



Bolletí de la
Societat d'Història Natural de les Balears

ISSN 0212-260X
Volum 53 (2010)
Palma de Mallorca

BSHN

Argiope bruennichi (Scopoli, 1772), fotografia d'Aurora M. de Castilla

53

Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears

Revista editada per la Societat d'Història Natural de les Balears amb l'esperit de contribuir a l'increment del coneixement de la naturalesa preferentment dins de l'àmbit de les Illes Balears i la Mediterrània, encara que també publica treballs originals de qualsevol àrea del món. Se publica en la modalitat d'un volum anual.

Junta de Publicacions

Editor: Guillem X. Pons i Buades

Miquel A. Conesa i Muñoz
Joan J. Fornós i Astó
Lluís Gómez-Pujol
Amàlia Grau i Jofre
Natàlia Llorente Nosti

Junta Directiva

President: Antoni M. Grau i Jofre
Vice-President: Francesc Gràcia i Lladó
Secretari: Damià Vicens Xamena
Tresorera: Maria Vidal Rigo
Bibliotecari: Martí Llobera O'Brien
Editor: Guillem X. Pons i Buades
Vocal 1er: Antelm Ginard Fullana
Vocal 2on: Francesca Mir Socies
Vocal 3er: Damià Ramis i Bernad

Direcció Postal i Administració del Bolletí

Societat d'Història Natural de les Balears
Carrer Margalida Xirgu, 16 baixos
07011 Palma de Mallorca
<http://www.shnb.org>
E-mail: publicacions@shnb.org

BOLLETÍ
de la
SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL
DE LES BALEARS
53 (2010)

El present bolletí ha estat editat per la Societat d'Història Natural de les Balears no ha comptat amb cap subvenció.



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Vol. 53 (2010)

Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears

Data de publicació: desembre 2010
Palma de Mallorca
ISSN 0212-260X

Depòsit legal, PM 56-1959
ISSN 0212 – 260 X

Impressió: GBR produccions Gràfiques
c/ Porto 4
07014 Palma
Telf. 871 94 63 27

El consell assessor (Comitè Científic) del **Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears** està integrat pels següents membres, a tots els quals la Junta de Publicacions agraeix la seva col·laboració.

Dr. M. Alonso (Limnos, S.A., Barcelona)
Dr. J. Armengol (Univ. de Barcelona)
Dr. E. Ballesteros (Inst. Est. Avançats de Blanes)
Dr. X. Bellés (Cent. Inst. Des., Barcelona)
Dr. J. Bertranpetit (Univ. Barcelona)
Dr. M. Bosch (Univ. de Barcelona)
Dr. M.A. Carretero (Univ. de Barcelona)
Dr. M.A. Calvo (Univ. Autònoma de Barcelona)
Dr. J. Cuello (Barcelona)
Dr. J.G. Esteban (Univ. de València)
Dr. J. Ferrer (Naturhis, Riskmuseet, Stockholm)
Sr. P. Fraga (Institut Menorquí d'Estudis)
Dr. A. Garcia-Rubiés (Univ. de Barcelona)
Dr. B. Gelabert (Univ. Illes Balears)
Sr. A.M. Grau (Soc. Hist. Nat. Balears)
Dr. C. M. Herrera (Est. Biol. Doñana)
Dr. C. Juan (Univ. Illes Balears)
Dr. A. Lacasa (Univ. Politècnica de Cartagena)
Dr. K. Lethinen (Univ. Turku, Finlàndia)
Dr. X. Llimona (Univ. de Barcelona)
Dr. E. Macpherson (Inst. Cienc. Mar Barcelona)
Dra. A.M. Castilla (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid)
Sr. J. Mayol (Cons. Medi Ambient, Govern de les Illes Balears)
Sr. M. McMinn (SKUA, SL)
Sr. L. Moragues (Soc. Hist. Nat. Balears)
Dra. E. Moreno (Est. Exper. Zonas Áridas, Almeria)
Dr. J. A. Morguí (Univ. Barcelona)
Dra. C. Mourer-Chauviré (Univ. Lyon)
Dra. M. Muntañola-Cvetkovic (Univ. Belgrad)
Dr. L. Munari (Mus. Civ. Hist. Nat., Venezia)
Dr. G. Nieto (Real Jardín Botánico de Madrid)
Sr. L. Núñez (Soc. Hist. Nat. Balears)
Dr. J.J. Pérez de Gregorio (Barcelona)
Dr. R. Pérez-Obiol (Univ. Autònoma, Barcelona)
Dr. E. Petitpierre (Univ. Illes Balears)
Dr. D. Ramis (Soc. Hist. Nat. Balears)
Dr. O. Riba (Univ. Barcelona)
Dra. A. Ribera (Univ. de Barcelona)
Dr. C. Ribera (Univ. de Barcelona)
Sr. F. Riera (Soc. Hist. Nat. Balears)
Dr. V. Roca (Univ. de València)
Dr. A. Rodríguez-Perea (Univ. Illes Balears)
Dr. J. Ros (Univ. de Barcelona)
Dr. J.A. Rosselló (Univ. de València)
Dr. V.M. Rosselló (Univ. de València)
Dr. X. Ruiz (Univ. de Barcelona)
Dr. L. Sáez (Univ. Autònoma, Barcelona)
Dr. J. Servera (Univ. Illes Balears)
Dr. J. Terrados (Univ. Autònoma, Barcelona)
Sr. D. Vicens (Soc. Hist. Nat. Balears)

ÍNDEX

Editorial

- Pignatti, S.** Records d'un viatge botànica a Mallorca al 1952
Memories of a botanical trip to Mallorca in 1952 9

Articles

- Khan, Z. and Traveset, A.** A methodology for the evaluation of the biodiversity interest present in three terrestrial ecosystems in the Palma beach system
Una metodologia per a l'avaluació de la diversitat biològica d'interès present en tres ecosistemes terrestres en el sistema de Platja de Palma. 25
- Mas, G.** Ictiofauna del Pliocè del barranc de sa Talaia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental). Implicacions paleoambientals.
Ichthyofauna from the Pliocene of the sa Talaia ravine (Mallorca, Balearic Islands, Western Mediterranean). Palaeoenvironmental implications 43
- Forner, E. i Castany, J.** Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat (Mediterrània occidental)
Population dynamics of Hetersater oblongus (Equinoidea) of Aptian from Maestrat basin (western mediterranean) 71
- Vadell, M.** Sobre la presència de *Phryssonotus platycephalus* (Lucas, 1846) en el Archipiélago de Cabrera (Diplopoda: Polyxenida: Synxenidae).
About the presence of Phryssonotus platycephalus (Lucas, 1846) in the archipelago of Cabrera (Diplopoda: Polyxenida: Synxenidae) 85
- Mas, G. i Ripoll, J.** Cambres de pupació d'insectes coleòpters del Pliocè-Pleistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Significació paleoambiental i cronoestratigràfica.
Pupation chambers of coleopterans in the Pliocene – lower Pleistocene of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). Palaeoenvironmental and chronostratigraphic significance 91
- Mas, G., Obrador, A., Fernández, M. i Quintana, J.** *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) del Tortonà inferior del port de Maó (Menorca, Illes Balears, Mediterrània occidental).
Tomistoma cf. lusitanica (Vianna & Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) from the early Tortonian of the Maó port (Menorca, Balearic Islands, western Mediterranean) 107
- Castilla, A.M., Pons, G.X. y Gosá, A.** Seguimiento de una invasión de arañas *Argiope* en las islas Columbretes
Tracking an invasion of Argiope spiders in the Columbretes islands 123

Mir-Gual, M., Fraga, P., Pons, G.X., Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A. i Bunet. P. Alteracions antròpiques en els boscos de <i>Pinus halepensis</i> Mill. dels sistemes dunars de Mallorca. <i>Human changes in a Pinus halepensis</i> Mill. forests of the Mallorcan coastal dunes	133
Martino, S. i Grau, A.M. Presència de la donzella, <i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758), amb lliurea atlàntica (Osteichthyes: Labridae) a les Illes Balears (Mediterrània occidental). <i>Occurrence of Rainbow Wrasse, Coris julis (Linnaeus, 1758), with atlantic coloration (Osteichthyes: Labridae) in Balearic Islands (western Mediterranean)</i>	153
Vadell, M. y Pons, G.X. Sobre la presencia de <i>Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus</i> (Latzel, 1886) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) en las Islas Baleares. <i>About the presence of Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus (Latzel, 1886) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) on the Balearic Islands (Western Mediterranean)</i>	161
Fornós, J.J., Ginés, J., Merino, A. i Bover, P. El rebliment sedimentari de la Galeria del Tragus a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). <i>The sedimentary infilling of Tragus allery at Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)</i>	179
Tor, A., Deudero, S., Carbonell, A., Goñi, R. and Stobart, B. Coastal meroplanktonic larval stages off peninsula de Llevant natural reserve determined with light traps <i>Determinació dels estadis larvaris del meroplancton costaner de la reserva marina de la península de Llevant amb trapes de llum</i>	193

Altres

<i>In memoriam</i> Joan Josep Pericàs i Mestre (1960-2010) per Josep A. Rosselló	203
Normes de Publicació del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	211
Normas de Publicación del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	216
Publication rules of the <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	221



Records d'un viatge botànic a Mallorca al 1952

Prof. Sandro PIGNATTI

Professor emèrit
Dipartimento di Biologia Vegetale
Università di Roma "La Sapienza"
Città Universitaria
00165 ROMA

La meua tesi de llicenciatura, que vaig presentar a la Universitat de Pavia al juliol de 1951, tractava de la vegetació de les platges al voltant de Venècia. Al mateix any, vaig tenir l'oportunitat de fer un viatge de recerca sobre la vegetació de les platges del nord d'Àfrica, des de Tunísia al Marroc. Per tant, a fi d'aconseguir un millor coneixement de la vegetació al llarg de les platges de la Mediterrània occidental, vaig sol·licitar una beca per fer una estada de recerca i d'especialització a Barcelona. La resposta del ministeri va arribar molt tard, i només al final de maig de 1952 vaig tenir l'oportunitat de fer el llarg viatge des d'Itàlia a Barcelona amb tren, amb una durada de gairebé 24 hores. A Barcelona, vaig ser acollit a l'Institut Botànic de Montjuïc, dirigit pels Bolòs: Antoni i Oriol (pare i fill). La ciutat en aquells dies estava en una gran eferescència, perquè s'estava preparant per a un esdeveniment religiós molt esperat: el Congrés Eucarístic, amb la visita d'importants prelats del Vaticà. La majoria de les activitats ordinàries havien estat suspeses i tothom pensava només en aquest gran esdeveniment. Per mi, acabat d'arribar, i amb la dificultat de parlar en castellà, es presentava un problema rere l'altre. Així, aconsellat també pels botànics barcelonins, vaig pensar en partir de la ciutat durant la setmana en què es va dur a terme el Congrés Eucarístic, per anar a una zona costanera tranquil·la per a concentrar-me en l'estudi de la vegetació. L'elecció va recaure en l'illa de Mallorca.

El 31 de maig de 1952, en una bella tarda d'estiu, em vaig embarcar en el correu, el vaixell que feia la ruta de Barcelona - Mallorca. Vaig col·locar totes les meves pertinences en una motxilla, que va conformar el meu únic equipatge. El meu pressupost era molt modest i tenia pocs diners per gastar. Llavors, per estalviar, havia triat un passatge de

coberta perquè semblava que el temps era bo. En caure la tarda, el vaixell va salpar cap a les aigües de les Illes Balears: una mar tranquil·la en la que només bufava una brisa agradable. La coberta estava bastant concorreguda, i havia trobat un racó tranquil per menjar un entrepà i després tractar de dormir a la nit. Però hi havia molta animació i algú, al meu costat, se posà a xerrar: sabent que era un estranger em vaig convertir en un punt d'interès i em va oferir un glop de vi. De fet, al voltant meu s'estava reunint un nombrós grup de passatgers que viatjaven en grups: homes i dones; pel que sembla, un grup de treballadors en un viatge familiar. Eren gent senzilla, però amb extrema facilitat per establir una relació amigable amb gran espontaneïtat, el que és característic dels catalans, i així "el italiano" també va ésser considerat com un hoste benvingut. Mentre la costa de Catalunya anava desapareixent poc a poc en la nit, el grup s'animava cada vegada més, fins a començar a cantar cançons populars. De fet, era una bella nit a la mar i fins a molt tard varen mantenir les cançons. Recordo algunes estrofes:

"Un pobre pagès
tenia una filla
tenia quinze anys
i encara no fila - tralalla lallà - prim fila, prim fila - tralalla lalla - prim fila i s'en va;

La nit de Nadal
és nit d'alegria ..."

Per a mi, fer tan prest amistat, va donar un nou significat al viatge, així que vaig seguir participant durant una bona estona, oblidant el meu desig de dormir, doncs aquella fou una "nit d'alegria"...

La primera llum de l'alba em va trobar encara a coberta, i després d'un parell d'hores ja destacava clarament la silueta d'una illa muntanyosa. A primera hora de l'1 de juny, en haver entrat al port de Palma, amb una mica de son, vaig davallar a terra amb la motxilla a l'esquena, acomiadat per les salutacions i bons desitjos dels meus companys de viatge. De fet, vaig estar a Palma només el temps necessari per trobar l'estació de tren: el programa que havia planejat era quedar el menys temps possible a la ciutat i anar a una altra localitat costanera per realitzar estudis de la vegetació. Va ser fàcil trobar l'estació, i immediatament em va sorprendre veure ferrocarrils amb vagons petits, gairebé com els trens que es poden veure en un parc d'atraccions. Vaig comprar un bitllet cap Alcúdia. La localitat no era massa llunyana, a l'extrem oposat de l'illa, i vaig instal·lar-me en el vagó amb alguns viatgers més. El tren va partir, i ben aviat sortírem de la ciutat. Els compartiments estaven completament separats l'un de l'altre, tres en cada vagó, sense portes entre l'un i l'altre. Després d'uns quilòmetres, mentre el tren recorria el camp sense presses, em va sorprendre l'aparició del revisor que estava fora del vagó, sobre l'estrep exterior i, a través de la finestreta, es va inclinar cap a l'interior del vagó per revisar els bitllets. Aquesta estranya operació em va donar una sensació de familiaritat, com si aquest fos en realitat un tren de juguina. El viatge va durar diverses hores i, a la fi, mitjançant un bus, s'arribava a Alcúdia, l'última parada del viatge.

En aquells temps, Alcúdia era una tranquil·la localitat de pescadors. A l'estació no vaig demanar per cap hotel, doncs vaig pensar que seria massa car per a mi, així que

immediatament vaig demanar on podia trobar una fonda. M'ho indicaren i així, a peu, vaig arribar a un local molt modest, prop de la mar. En realitat, en aquella època Espanya encara estava en una situació de greu crisi econòmica, com a resultat de la llarga guerra, tot i que havien passat ja 10 anys des del final de les hostilitats. El poble on jo estava tenia un aspecte de pobresa, tot i que admirava el gran ordre i neteja en les cases i carrers. Alcúdia és avui un important centre turístic, modern i elegant, particularment apreciat pels turistes britànics, però crec que no ha mantingut l'encant d'aquella època. Durant la meua estada no vaig veure gairebé cap turista: tenia poc contacte, només amb els pescadors. Va ser una sorpresa agradable per a mi ser capaç de comprendre sense esforç l'*idioma maiorchino*, llenguatge molt similar al del sud d'Itàlia.

Quan vaig entrar a la fonda vaig ser rebut per una dona basant major, d'aspecte modest però digna, i aquí em va passar una anècdota que recordaré tota la vida. Aquesta senyora, a la meua pregunta, em va contestar que sí, que podria donar-me allotjament, i el preu era molt baix. Mentrestant, em va mirar, i em va assaltar un pensament estrany: vaig pensar que havia vist aquell rostre en una altra ocasió *ma dove? Come?* Jo acabava de desembarcar a una illa on no coneixia ningú. Mentrestant, ens vam posar d'acord sobre el preu i en aquest moment ella es girà cap a dins i va cridar "Maria!". Després d'un instant compareix una jove bellíssima, evidentment, la seva filla, que em va preparar la modesta habitació. Admirant la bellesa d'aquell rostre, de sobte em vaig adonar que la nena s'assemblava molt a la seva mare, i fou en aquest moment que em vaig adonar de la meua sorpresa inicial. A Venècia hi ha un quadre exposat a la galeria de l'*Accademia*, molt famós, que ara es coneix com "*La Vecchia*" del *Giorgione*. Coneixia bé el quadre, que vaig veure quan era un nen, i que llavors era atribuït a Lorenzo Lotto. La pintura representa una dona gran que sosté un pergamí en què està escrit "*col tempo*" –amb el temps–. Una llegenda molt romàntica explica el significat d'aquestes paraules: el pintor estimava una hermosíssima jove veneciana, però que fou rebutjat per ella. El pintor havia immortalitzat la figura de la dona estimada, però representant-la ja vella (però sota aquestes característiques, es pot veure un rostre regular de gran bellesa). Les paraules "*col tempo*" signifiquen: tu ets bella ara, però amb el temps tornaràs així. Els crítics moderns atribueixen l'obra a Giorgione, potser relacionada amb un tema similar de Dürer, el que permet datar-la vers 1507. Aquesta imatge sembla haver inspirat a *Michelangelo* per a algunes figures femenines de la *Cappella Sistina*. Aquesta petita divagació, que em va connectar amb la meua ciutat, em va donar la convicció d'estar en el lloc correcte, i efectivament vaig passar a Alcúdia uns dies molt feliços, amb l'*affascinante* Maria, que els vespres em servia uns sopars de peix fresquíssim.

La primera excursió va ser a la badia d'Alcúdia, no gaire lluny de la fonda, on em vaig trobar amb un esplèndid desenvolupament de la vegetació de les dunes costaneres. Això, també, em va portar de nou als records d'anys anteriors de les dunes marítimes de la costa de Venècia. L'endemà, després d'una breu caminada vaig arribar a Formentor, amb una alternança extraordinària de platges verges, roquissars costaners, promontoris i penya-segats, on vaig poder recollir diferents exemplars de varies espècies del gènere *Limonium*, que m'interessava particularment. Vaig quedar a Alcúdia alguns dies més, amb excursions molt fructíferes, la pujada a s'Atalaia, i per altra banda qualche capficio a l'aigua cristal·lina. D'un temps ençà, vaig arribar a pensar que potser hagués estat més profitós

passar tres mesos de la borsa de viatge a Mallorca, en lloc de tornar a la gran ciutat – Barcelona–.

Deixant Alcúdia, amb una mica de malenconia, el 5 de juny vaig tornar a Palma. Trobada una habitació per a la nit, vaig deixar el meu equipatge i em vaig prendre una mica de temps per veure la ciutat. No coneixia a ningú, i podia passejar tranquil·lament, sense cap compromís. Vaig quedar sorprès per l'abundància de vegetació subtropical als jardins i avingudes. La ciutat té un estil molt particular, si més no al centre, tan diferent del de les ciutats de terra ferma. Per damunt de tot, domina la ciutat la silueta de l'esplèndida catedral. Encara vaig tenir temps per anar a Porto Pi, i vaig fer una curta passejada pels seus roquissars.



Fig. 1. Imatge del port de Palma a la dècada dels anys 50, amb La Seu al fons. Fotografia de Pedro "Cusí" (P.J. Sancho).

Fig. 1. Picture of the port of Palma in the 1950 decade, with the cathedral in the background. Picture by Pedro "Cusí" (P.J. Sancho).

Després d'aquest parèntesi al centre de l'illa, vaig voler traslladar-me a la costa meridional. Amb el tren de sempre, sense pressa, vaig arribar a Campos, i aquí s'acabava la via. *Come fare?* Prop de 10 quilòmetres tot sol, amb l'equipatge que ja pesava per les moltes plantes recollides, era una perspectiva descoratjadora. No obstant això, m'assabento de que un pagès, amb un carro estirat per un cavall, anava precisament cap a la zona costanera de la Colònia de Campos –de Sant Jordi–, així que vaig anar a buscar-lo. Me diu: ara he de ferrar un cavall, i just després ens n'anirem a sa Colònia. Si voleu acompanyar-me, em fareu content. Jo responc, *che va benissimo*, i vaig anar a veure el cavall. Era al

taller del ferrer, que en aquella època era un treball important al camp. Hi havia alguns al·lots joves, vestits com operaris, que realitzaven el ferratge del cavall: la capa superficial del casc s'elimina i sobre la base més consistent de cada casc es clava la nova ferradura, que prèviament ha estat ajustada al foc, al roig viu, i després es submergeix a l'aigua per refredar-la, entre núvols de vapor. Un espectacle primigeni que a tota la Mediterrània s'ha vingut repetint, amb pocs canvis, des de fa més de 3000 anys. Aquesta operació la presidia el mestre, un ancià, fort, d'aspecte molt digne, que no treballava, però que dirigia amb autoritat i fermesa el treball dels joves. Em vaig quedar fascinat amb aquella escena. Els joves s'adonaren que els mirava i varen riure's de mi: "Mira, el italiano nunca vió herrar un caballo!". És cert, a Venècia no hi havia cavalls, ni tan sols a l'Edat Mitjana. Però fou en aquest moment en què el mestre, que evidentment no volia que el seu hoste es sentís incomodat, els digué: "Sí, pero él ha visto el Papa, y nosotros no le hemos visto nunca." Finalitzada la feina, vaig mirar de col·locar-me dins el carro entre les moltes coses que el pagès duia cap al pròxim poble. I així, després d'un llarg viatge pel camp, amb un bon bater de sol, vàrem arribar a una petita i hermosa localitat de la costa.

A la Colònia de Campos –de Sant Jordi– vaig trobar allotjament en un hotel petit, modest però ben cuidat, i molt acollidor. Era l'únic hoste, i el propietari de l'hotel era un senyor major, molt simpàtic i intel·ligent, a qui agradava tenir un hoste amb qui poder parlar. Recordo les excursions meravelloses al llarg de la costa, la rica seriació halòfila de l'Estany, la platja d'es Trenc, i les abundants recol·leccions de *Limonium*. Durant el vespre, al pati de l'hotel, passava el temps preparant les plantes amb la companyia del propietari de l'hotel, que tractava a aquell jove italià igual que si fos el seu net. Aquí també menjava peix ben fresc, molt diferent al de l'Adriàtic. Per a mi era totalment nou, però molt saborós, junt amb un bon tassó de vi de gust fort, amb un aroma típicament mediterrani.

El 10 de juny vaig fer un viatge complicat, primer amb el tren cap a Palma, i després amb un tren elèctric que em va portar a la zona muntanyosa del nord, a Sóller. Aquí, la vegetació és completament diferent, però m'interessava conèixer l'aspecte dels boscos interiors de Mallorca. Sóller era ja llavors una petita ciutat, que oferia algunes comoditats que faltaven en els petits pobles de pescadors, però en la qual em vaig sentir més estrany. En conseqüència, la major part del temps el vaig passar fent llargues caminades pel seu entorn. Recordo en particular la pujada al Puig Major, de gran interès botànic, i quan vaig arribar a gran alçada es va obrir un magnífic paisatge. Una tempesta sobtada em va obligar a tornar ràpidament a la vila, sense haver estat capaç d'arribar al cim. L'endemà, vaig anar al Puig de l'Ofre.

A Sóller, recordo diverses trobades. Els dies previs havia recollit una gran quantitat de material botànic, sobretot *Limonium*, fins a exhaurir la meva reserva de fulls de paper, necessaris per a les preparacions –plecs d'herbari–. Em varen indicar una botiga. Hi vaig anar i, casualitats de la vida, el comerciant era italià. Vaig estar encantat de poder parlar en la meua llengua i li vaig explicar el què necessitava. Em va dir: saps que a Espanya el paper és valuós?, així que em va vendre unes fulles de paper per un preu exagerat. Després d'haver comprat aquell caríssim paper, a poques passes de la tenda, vaig trobar un estanc a on venien diaris, i on vaig poder comprar un munt de diaris vells per unes poques pessetes. *L'unica esperienza negativa alle Baleari mi è venuta proprio da ... un italiano*. Però no va ser l'únic moment en què vaig poder parlar en italià. El dia després vaig tornar a la tenda del venedor de diaris, a qui volia explicar amb el meu castellà primitiu que volia comprar els

diaris vells. Un distingit senyor que es trobava a prop es va girar i em digué, *ma lei parla italiano* –però vostè parla italià–. Ell també parlava italià, però tenia una mica d'accent anglès. Ens presentàrem i em va contar que era anglès però provenia d'una família siciliana que s'havia traslladat a Londres durant el segle anterior. Em va convidar a Fornalutx, on vivia amb un grup d'excèntrics ciutadans britànics. Després hem seguit mantenint el contacte, i en una ocasió ha estat el nostre hoste a Pàdua.

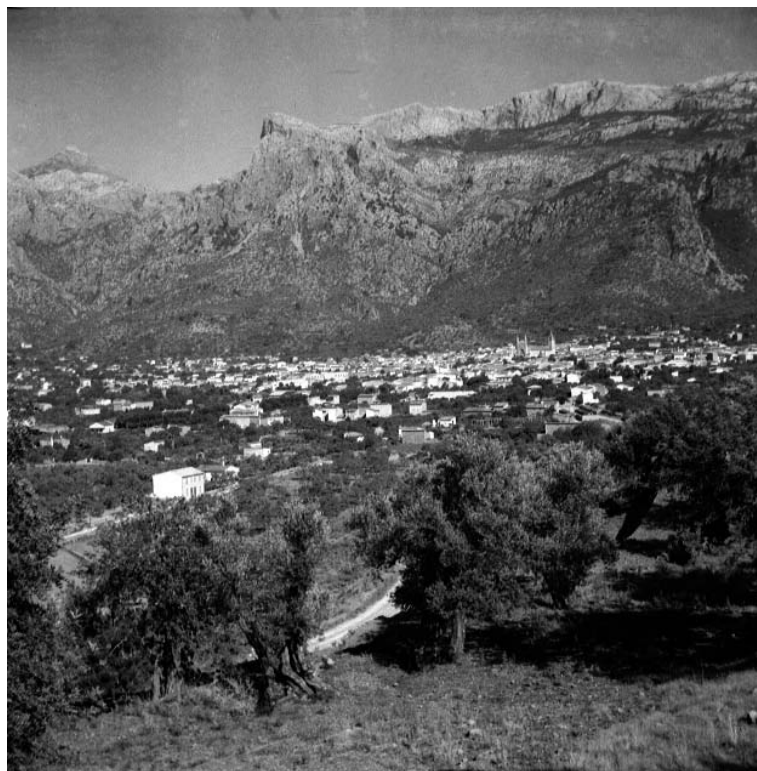


Fig. 2. Panoràmica de Sóller a la dècada dels '50. Fotografia de Pedro "Cusi" (P.J. Sancho)..

Fig. 2. *Panoramic of Sóller in the 1950 decade. Picture by Pedro "Cusi" (P.J. Sancho).*

El meu viatge a Mallorca ja s'acosta a la seva fi. El 14 de juny, de tornada a Palma, unes hores abans de la sortida del vaixell correu a València, pensava amb noves experiències a les platges i a l'Albufera, nous *Limonium*, nous amics. Mentrestant, m'adono de lo agradable que fou la meva estada a Mallorca, per la facilitat del contacte humà, la gentilesa, el sentit de l'hospitalitat als estranys. El capvespre partí el vaixell, que lentament s'allunya de Mallorca, que poc a poc desaparegué de l'horitzó, *lasciando un ricordo che a 60 anni di distanza è rimasto ancora vivo, per la freschezza degli incontri e delle esperienze vissute in queste indimenticabili giornate*.

Les col·leccions botàniques d'aquest viatge es conserven a l'herbari general de l'Orto Botanico di Pavia. En els mesos següents, a Barcelona, vaig tenir un munt de treball per identificar les abundants recol·leccions, sovint amb l'ajuda d'Oriol de Bolòs i del mallorquí



Fig. 3. Plecs del gènere *Limonium* de l'herbari personal de Llorenç Garcias i Font, dipositat a la Societat d'Història Natural de les Balears. A l'esquerra, *Limonium majoricum*, espècie descrita per S. Pignatti a l'any 1955. Garcias, qui va recol·lectar i enviar plecs del gènere a l'especialista italià, indicà a l'etiqueta d'aquest espècimen que es tractava d'un "cotipus". Realment es tracta d'un isotipus (un dels plecs utilitzats en la descripció), corresponent perfectament la data i localitat amb el que indicà Pignatti en la descripció de l'espècie. A la dreta, *Limonium virgatum* subsp. *virgatum* var. *majus* fa. *pseudocaspium*, tàxon també descrit per Pignatti al 1955. En aquest cas, Garcias indicà que es tracta d'un isotipus.

Fig. 3. Sheets of the genus *Limonium* from the personal herbarium of Llorenç Garcias i Font, placed at the Society of Natural History of the Balearic Islands. On the left, *Limonium majoricum*, species described by S. Pignatti in 1955. Garcias, who collected and sent herbarium sheets of the genus to the Italian specialist, indicated "cotype" in the label of this specimen. Actually, this is an isotype (one of the sheets used in the description), with a perfect coincidence in the date and collection locality with the indicated by Pignatti when describing the species. On the right, *Limonium virgatum* subsp. *virgatum* var. *majus* fa. *pseudocaspium*, taxon also described by Pignatti in 1955. In this case, Garcias indicated "isotype".

Antoni Marcos. Allà vaig tenir l'oportunitat d'estudiar l'abundantíssim material de Llorenç Garcias Font, que em va permetre interpretar correctament les meves recol·leccions del gènere *Limonium* a l'illa. Més tard, el Dr –segons indica Pignatti– Garcias Font em va regalar un paquet amb els seus *Limonium* duplicats, per a la col·lecció de l'Herbari de Pavia.

És probable que el meu interès pel gènere *Limonium*, que ha caracteritzat el meu treball científic fins a la publicació del gènere per a la Flora Europaea als anys '70 –Pignatti, 1971–, precisament neixi en els roquissars litorals de Mallorca. Els resultats científics de

l'excursió al juny de 1952 van fer possible la publicació d'un treball sobre la taxonomia dels *Limonium* (Pignatti, 1955a,b). En aquest treball es descriu *Limonium majoricum* i dues entitats híbridògenes: *L. capdeperae* i *L. garciae*, *omaggio al valoroso indagatore della flora balearica* –Llorenç Garcias Font–. En canvi, les dades sobre la vegetació de platges i penya-segats marítics romanen encara inèdites, i actualment es troben en caixes en un magatzem al qual no m'ha estat possible accedir: potser podria ser avui interessant, ja que representen un testimoni de les condicions originals, abans de l'intens impacte degut al desenvolupament turístic a les Balears.

Ricordando dopo tanto tempo quelle due settimane al sole, nella verde isola di Mallorca, capisco che questi pochi giorni mi hanno insegnato molto, mi hanno arricchito.

Traduït per la Junta de Publicacions de la SHNB

Breu biografia

Sandro (Alessandro) Pignatti (Venècia, 1930)

Botànic italià, doctorat en Ciències Exactes i Naturals per l'Universitat de Pavia (1954). Ha treballat en el camp de la florística, taxonomia i fitosociologia. Professor de botànica, ecologia vegetal i ecologia a les universitats de Pavia (1955-1958), Pàdua (1958-1962), Trieste (1962-1982), Roma (1983-1988) i "La Sapienza" de Roma (1988-), de la qual n'és actualment emèrit.

Des de la seva tesi doctoral presentà un interès especial pels ecosistemes costaners mediterranis, havent treballat intensament en el gènere *Limonium* (Plumbaginaceae), pel que va ser més tard el col·laborador especialista en la *Flora Europaea*. Durant una estada post-doctoral a l'Institut Botànic de Barcelona, al 1952 va visitar Mallorca, recol·lectant prou material d'aquest gènere. En aquesta època va establir contacte amb Llorenç Garcias i Font; primer estudiant el seu material d'herbari de l'Institut Botànic, i posteriorment intercanviant plecs per a la descripció d'un gran nombre de tàxons de les Illes Balears. Fruit de la col·laboració i de la visita a Mallorca, Pignatti va publicar diversos treballs referents al gènere *Limonium* de les Illes Balears (Pignatti, 1955a,b, 1960).

El seu vast coneixement de la flora italiana queda plasmat en la publicació de la *Flora d'Italia* (1982, la segona edició de la qual està a punt de veure la llum), obra que descriu 6.000 espècies en 3 volums, amb un complet sistema de codificació vàlid per al 60% de les plantes vasculars d'Europa; obra concebuda com a una eina per a la comprensió de la biodiversitat dels ecosistemes.

Ha treballat en els ecosistemes de tipus mediterrani, comparant Europa i Austràlia, i posteriorment ampliant-ho a Califòrnia, Xile, Sud Àfrica i les Illes Canàries. Ha realitzat comparacions en base dels components florístics, estructura de la comunitat de plantes i la funció i les tendències evolutives de la flora mediterrània. És co-autor del llibre *Data Processing in Phytosociology* (1980), i continua desenvolupant una base de dades extensa de la flora i vegetació italiana. Participa activament en el projecte SynBioSys Europe i, des de 1992, organitza a Roma un *workshop* anual internacional, l'European Vegetation Survey, com a grup de treball de la International Association for Vegetation Science.

També ha treballat en temes d'ecologia a nivell de paisatge, publicant el tractat *Ecologia del Paesaggio* (1994). Ha centrat gran part del seu interès en l'ecologia de Roma, un exemple únic d'una zona urbana amb ocupació humana contínua des de fa més de 25 segles. De Roma, ha investigat la flora, les comunitats vegetals i els hàbitats, desenvolupant nous procediments i perspectives sobre l'ecologia del paisatge, amb una síntesi de dades i idees a *L'Ecosistema Roma* (1995). Posteriorment, després de la publicació de *I boschi d'Italia* (1998), Sandro va dirigir la seva atenció a la realització d'un llarg i detallat estudi de les plantes, els ecosistemes i el paisatge dels Dolomites. En els seus

treballs més recents ha desenvolupat dues perspectives sorprenentment àmplies i integradores, com són la idea de la vegetació com un producte dels processos d'auto-organització en els ecosistemes, i la desintegració creixent de les relacions entre els éssers humans i el món natural (e.g., *Assalto al Planeta* 2000). Juntament amb Bruno Trezzo, va ser guardonat amb el Premi Gambrinus de Literatura en Ecologia per aquest darrer treball.

Ha estat membre de la Comissió d'Avaluació d'Impacte Ambiental del Ministero Italiano per l'Ambiente (1992-95), i és membre de l'Accademia Nazionale dei Lincei (des de 1989), de l'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, de l'Acadèmia Slovena, de l'Acadèmia de Còrdova (Argentina), de l'Acadèmia Europea de Bolzano, i membre honorari de l'Accademia Italiana di Scienze Forestali. Va ser el primer president de la Societ  Botanica Italiana, de la Ostalpin-dinarische Gesellschaft f r Pflanzensoziologie, i de la Internacional Association for Vegetation Science.

Per la seva activitat científica, va ser guardonat amb la medalla d'or de l'organització per Plant Taxonomical Investigation of the Mediterranean Area (1983), el grau de Doctor *honoris causa* per la Universitat d'Uppsala (1991), l'Ordre del Mèrit de la República Italiana (1994) i el premi de l'Acadèmia de Ciències de Tor  (2001).

La junta de publicacions editorial vol agrair l'ajuda en la traducció de l'italià al català a Guillem Mateu-Vicens i Xavier Gul as, i per les correccions de la vers  en anglès al Prof. Larry Giles. També a Salvador Conesa per la cessió de les fotografies de P.J. Sancho.

Publicacions de Pignatti referents al gènere *Limonium*

Publications of Pignatti concerning the genus *Limonium*

- Pignatti, S. 1955a. Studi sulla flora e vegetazione dell'isola di Mallorca (Baleari): I - Contribuzione alla flora balearica. *Arch. Bot. (Forl )*, 31: 46-58.
- Pignatti, S. 1955b. Studi sulla flora e vegetazione dell'isola di Mallorca (Baleari): II – I *Limonium* della flora balearica. *Arch. Bot. (Forl )*, 31: 68-100.
- Pignatti, S. 1959. Studi sui *Limonium*, IV - Sulle sottospecie di *Limonium virgatum* ed in particolare sulla "*Statice dictyoclada*" di Boissier. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, 66: 560-563.
- Pignatti, S. 1960. I *Limonium* della flora Balearica (Supplemento). *Arch. Bot. (Forl )*, 36: 206-210.
- Pignatti, S. 1962. Studi sui *Limonium*, V. Note sulla sistematica delle specie iberiche di *Limonium*. *Collect. Bot. (Barcelona)*, 6: 293-330.
- Pignatti, S. 1963.  ber die Beziehungen zwischen italienischen und iberischen Arten der Gattung "*Limonium*" (Plumbaginaceae). *Webbia*, 18: 73-93.
- Pignatti, S. 1971. Studi sui *Limonium*, VIII. In: V.H. Heywood (ed.), Flora Europaea, Notulae Systematicae ad Floram Europaeam spectantes No. 11. *Bot. J. Linn. Soc.*, 64: 361-370.
- Pignatti, S. 1977. Note critiche sulla Flora d'Italia. V. Nuovi appunti miscellanei. *Giorn. Bot. Ital.*, 111: 45-61.

Tàxons del gènere *Limonium* descrits per Pignatti de les Illes Balears

Taxa of the genus *Limonium* described by Pignatti from the Balearic Islands

- Limonium caprariense* [subsp. *multiflorum*] f. *elegans* Pignatti
Limonium caprariense subsp. *multiflorum* Pignatti
Limonium gougetianum [subsp. *balearicum*] f. *intermedium* Pignatti
Limonium gougetianum [subsp. *balearicum*] var. *latifolium* Pignatti

Limonium gougetianum [subsp. *balearicum*] f. *procerum* Pignatti
Limonium gougetianum [subsp. *balearicum*] f. *pseudominutum* Pignatti
Limonium gougetianum subsp. *balearicum* Pignatti
Limonium majoricum Pignatti
Limonium minutiflorum [subsp. *balearicum*] f. *minumum* Pignatti
Limonium minutiflorum [subsp. *balearicum*] f. *pulvinare* Pignatti
Limonium minutiflorum subsp. *balearicum* Pignatti
Limonium ovalifolium f. *biflorum* Pignatti
Limonium virgatum subsp. *pseudodictyocladon* Pignatti
Limonium virgatum [subsp. *divaricatum*] f. *minus* Pignatti
Limonium virgatum [subsp. *divaricatum*] f. *multiflorum* Pignatti
Limonium virgatum [subsp. *virgatum* var. *virgatum*] f. *pseudocaspium* Pignatti
Limonium x *capdeperae* Pignatti nom. inval.
Limonium x *garciae* Pignatti nom. inval.
Limonium x *gougemolsii* Pignatti nom. inval.
Limonium x *pseudodivaricatum* Pignatti nom. inval.
Limonium x *pseudosmithii* Pignatti nom. inval.
Limonium x *viretianum* Pignatti nom. inval.
Limonium x *virgitanum* Pignatti nom. inval.
Limonium x *virgosii* f. *pseudomajus* Pignatti nom. inval.
Limonium x *virgosii* f. *pseudotremolsii* Pignatti nom. inval.
Limonium x *virgosii* f. *pseudovirgatum* Pignatti nom. inval.
Limonium x *virgosii* Pignatti nom. inval.
Limonium x *virgutiflorum* Pignatti nom. inval.

Memories of a botanical trip to Mallorca in 1952

My thesis, presented at the University of Pavia in July 1951, dealt with the coastal vegetation surrounding Venice. In the same year, I had a chance to do a trip of research on the coastal vegetation of the norther Africa, from Tunisia to Morocco. Thus, to acquire knowledge on vegetation along the western Mediterranean coast, I applied to a grant for a research and specialization stay in Barcelona. The decision from the Ministry was delayed, and I could not make the trip from Italy to Barcelona until end of May 1952. It was a long train trip, lasting almost 24 hours. In Barcelona, I was received at the Botanical Institute of Montjuïc, directed by Antoni and Oriol de Bolòs (father and son). Those days, the city was in a great ferment because of a long awaited religious event: the Eucharistic Congress, with the visit of important prelates from the Vatican. Most common activities were suspended and people were devoted to this event. This was very problematic to me, having just arrived and non speaking Spanish. So, also advised by the Barcelonian botanists, I thought about leaving the city during the week of the Eucaristic Congress, and visiting a quiet coastal region to focus my attention on the study of vegetation. The choice was Mallorca.

On May 31st 1952, in a wonderful summer evening, I boarded the mail ship sailing the Barcelona-Mallorca route. I put all my belongings in a backpack, my only luggage. My budget was very modest and I had little money to spend. Therefore, to save, I took a deck ticket because the weather seemed fine. By late afternoon, the ship departed to the Balearic Islands: the sea was calm and a slight and wonderful breeze was blowing. The deck was very crowded, though I found a quiet corner to have my sandwich and to sleep a little. However, people were very excited and, next to me, somebody started talking to me: they knew I was a foreigner, so they focused attention on me, and offered me a drink of wine. In fact, lots of passengers were gathering around me, travelling in groups: men and women; it seems that they were groups of workers on family trips. They were humble people, but establishing friendly relationship in a very spontaneous manner, which is typical of Catalonians, and thus, "the Italian" was also considered a welcome guest. While the Catalonian coast slowly disappeared into the night, the group was more and more excited, and they started singing popular songs. In fact, it was a wonderful night at the sea, and they kept singing for many hours. I still remember some verses:

"Un pobre pagès
tenia una filla
tenia quinze anys
i encara no fila - tralalla lallà - prim fila, prim fila - tralalla lalla - prim fila i s'en va;

La nit de Nadal
és nit d'alegria ..."

The easiness of the friendship gave a new meaning to my trip and thus, I long continued participating, forgetting my desire to sleep, as that was a “nit d’alegria” –night of joy–...

The first light of dawn found me still on the deck and, after a few hours, it appeared the shape of a mountainous island. Very early on June 1st, once in the Palma harbour, needing to sleep, I disembarked carrying my backpack, hearing best wishes and goodbyes from my travelling friends. In fact, I was in Palma only the time needed to find the train station: the schedule I planned was to stay in the city the less time possible, and visiting coastal villages to study the vegetation. The station was easy to find and, immediately, I was surprised by the small of the train cars, almost like those in the amusement parks. I bought a ticket to Alcúdia. The village was not very far away, in the opposite end of the island, and I settled in a car among other passengers. The train departed, and we quickly left the city. The compartments were completely separated from each other, three on each car, without doors in between. A few kilometers away, while the train leisurely travelled across the fields, I was astonished to see the conductor, who was outside the car, standing on the outside step and, through the window, was leaning inside to check the tickets. This strange *modus operandi* gave me a sense of familiarity, like if that was actually a toy train. The trip last for several hours and, finally, by bus, one reached Alcúdia, the last stop of the journey.

In those days, Alcúdia was a quiet fishing village. At the station, I did not ask for a hotel, as I thought it would be too expensive for me and so, I quickly asked for an inn. I was directed to and, by walking, reached a very modest facility, by the sea. Actually, at that time, Spain was still in a deep economic crisis, resulting from the long Civil War, even though hostilities had been over for more than 10 years. The village had an aspect of poverty, but I admired the order and cleanliness of the houses and streets. Alcúdia is nowadays an important touristic centre, modern and stylish, especially popular among British tourists, but I think it has lost the charm of a previous time. During my stay I saw almost no tourists: I had little contact with people, only with fishermen. It was a pleasant surprise for me to be able to understand *l’idioma maiorchino* effortlessly, speech very similar to that in the south of Italy.

When I got the inn I was received by an elderly woman, modest-looking but worthy, and I recall a story I will remember all my life. To my query, this lady answered that she could give me an accommodation, and the price was very low. Then, she looked at me, and I felt a very strange thought: I felt like I had seen this face before, *ma dove? Come?* I just disembarked on the island and I knew no one. Meanwhile, we agreed on the price and she turned inside and shouted “Maria!”. In a second it appeared a very beautiful girl, obviously, her daughter, that showed me to a modest room. Admiring the beauty of that face, I realized that the girl resembled her mother a lot, and in that point I realized the reason for my previous surprise. In Venice there is a picture exhibited at the Gallery of the Accademia, very famous, currently known as “*La Vecchia*” del Giorgione. I knew the picture quite well because I saw it when I was a kid, when it was attributed to Lorenzo Lotto. The painting depicts an elderly woman holding a scroll on which it is written “*col tempo*” –over time–. A very romantic legend reveals the meaning of such words: the artist was in love with a very beautiful Venetian girl, but he was rejected. The artist had immortalized the figure of the beloved, but depicting her in old age (yet under those traits, there was still a very beautiful face). The words “*col tempo*” mean: you are beautiful now, but with time you will look like this. Modern critics attribute the picture to Giorgione, probably related to a similar story

from Dürer, which allows dating it close to 1507. This picture seems to have inspired *Michelangelo* in some feminine figures of the *Cappella Sistina*. This small digression, that connected me again with my city of birth, convinced me that I was in the right place; and in fact, I spent very happy days in Alcúdia, with *l'affascinante* Maria who, in the evenings, served me very fresh fish dinners.

My first excursion was along Alcúdia bay, not far from the inn, where I found a splendid development of the vegetation of coastal dunes. This, also, took me again to past years memories of the maritime dunes of Venice. The next day I reached Formentor after a short walk, with an outstanding alternation of pristine beaches, rocky coastal headlands and cliffs, from where I collected different species of the genus *Limonium*, of particular interest to me. I stayed in Alcúdia for a few days more, with successful excursions, the rise to s'Atalaia, and also some dips in the crystal clear waters. For a while now, I considered it might have been more interesting to spend three months in Mallorca from my trip budget, instead of returning to the big city –Barcelona–.

Leaving Alcúdia, with a little melancholy, on June 5th I returned to Palma. Once found a room for the night, I left my luggage and I spent a little time visiting the city. I knew nobody, so I could walk quietly, without compromise. I was amazed by the abundance of subtropical vegetation in gardens and avenues. The city has a very special style, at least the centre, so different from mainland cities. Above all, the shape of the splendid cathedral overlooks the city. I still had time to visit Porto Pi, and I stroll its coastal rocks.

After this break in the centre of the island, I aimed moving to the south coast. With the same train, leisurely, I reached Campos, the end of the railway. *Come fare?* About 10 kilometers alone, with my increased luggage because of all the collected plants to the date, it was a discouraging perspective. However, I found out that a farmer, with a cart pulled by a horse, had to go to the coastal region of Colònia de Campos –de Sant Jordi–, so I met him. He told me: now I have to shoe the horse, and right then we will go to Sa Colònia. If you come with me, I will be happy. I said, *che va benissimo*, and I went to see the horse. It was at the blacksmith workshop, which was a very important job at that time. There were some young men, dressed as workers, shoeing the horses: the outermost layer of the hoof was removed and, on the consistent basis, a new horseshoe was nailed, previously adjusted in the fire, to red hot, and submerged in water to cool down, in clouds of steam. A primal spectacle repeated throughout the Mediterranean that has little changed in 3000 years. This operation was led by a master, an old man, strong, worthy appearance, non-working but directing with authority and strength the work of the young men. I was fascinated with the scene. The young men realized and laughed at me. “Look, the Italian never saw a horse shoeing!” –in Spanish–. It was true, in Venice there were no horses, even in the Middle Age. But in that moment, the master, aiming to avoid making his guest feel uncomfortable, snapped: “Yes, but he has seen the Pope, and we have never seen him” –in Spanish–. Once finished, I got into the cart, among the goods that the farmer was carrying to the next village. Thereby, after a long journey through the fields, with a blazing sun, we reached a beautiful little coast town.

At the Colònia de Campos –de Sant Jordi– I found accommodation in a small hotel, modest but well kept, and very homely. I was the only guest, and the owner of the hotel was an old man, very friendly and smart, who liked to have a guest to talk to. I remember the wonderful excursions along the coast, the rich halophilic seriation of l'Estany, the Es Trenc

beach, and the plenty collections of *Limonium*. At night, in the hotel courtyard, I spent the time arranging the plants in herbarium sheets in company of the owner of the hotel, treating that young Italian as his grandson. Here I also ate very fresh fish, very different from that in the Adriatic Sea. To me it was brand new, but very tasty, with a good glass of wine of very strong taste, with a typical Mediterranean flavour.

On July 10th I did a complicated journey, first in the train to Palma, and then in an electric train that took me to the northern mountainous region, to Sóller. Here, the vegetation is completely different, but I was interested in the appearance of the inner Mallorca forests. Sóller was already a small city, offering some comfort lacking in the fishermen villages, but where I felt strange. In consequence, I spent most of the time in long walks in the surrounding area. I specially remember the rise to the Puig Major, of great botanical interest, and when I got enough height a magnificent landscape arose. A sudden storm forced me to return quickly to the village, without reaching the top. Next day, I visited the Puig de l'Ofre.

In Sóller, I remember several meetings. The past days I collected a huge amount of botanical material, especially *Limonium*, that I exhausted my paper reserves, needed in my preparations –herbarium sheets–. They told me about a shop. I went there and, coincidences of life, the merchant was Italian. I was pleased to speak in my language and I explained him what I needed. He told me: do you know that in Spain the paper is precious?, and he sold me a few paper sheets at an exaggerate price. After buying that expensive paper, a few steps from the shop, I found a cigar store selling newspapers, where I could buy a lot of old newspapers for a few pesetas. *L'unica esperienza negativa alle Baleari mi è venuta proprio da ... un italiano*. But this was not the single chance to speak Italian. The day after I returned to the shop of the newspaper seller, aiming to explain him with my basic Spanish that I wanted to buy old newspapers. A distinguished gentleman next to me turned and said: *ma lei parla italiano* –but you speak Italian–. He also spoke Italian, but with slight English accent. We introduced ourselves and he told me he was English but coming from a Sicilian family, moved to London in the last century. He invited me to Fornalutx, where he lived with a group of eccentric British citizens. Afterwards, we continued to be in touch, and once he was our guest in Padua.

My trip to Majorca was close to the end. On June 14th, on my way back to Palma, a few hours before the departure of the ship to Valencia, I was thinking about the new experiences on the coast and beaches and in the s'Albufera marshland, in the new *Limonium* species, of new friends. Meanwhile, I appreciated my stay in Mallorca, because of the easiness of the human contact, the gentleness, the sense of hospitality to strangers. The ship departed in the evening, slowly moving away from Mallorca, slowly disappearing on the horizon, *lasciando un ricordo che a 60 anni di distanza è rimasto ancora vivo, per la freschezza degli incontri e delle esperienze vissute in queste indimenticabili giornate*.

The botanical collections from this trip were conserved in the general herbarium of the Orto Botanico di Pavia. In the following months, in Barcelona, I had a lot of work identifying the large collections, frequently with the help of Oriol de Bolòs and the Majorcan Antoni Marcos. There I had the chance to study the abounding material of Llorenç Garcias Font, allowing me to correctly interpret my collections of the genus *Limonium* in the island. Afterwards, Dr –*sensu* Pignatti– Garcias Font gave me a packet of his duplicated *Limonium*, for the collection of the Herbarium of Pavia. It is likely that my

interest in the genus *Limonium*, characterizing my scientific work to the publishing of the genus in *Flora Europaea* in the '70s –Pignatti, 1971–, just born there in the coastal rocks of Mallorca. The scientific results of my trip in June 1952 made possible the publication of a work dealing with taxonomy of *Limonium* (Pignatti, 1955a,b). In this work it is described *Limonium majoricum* and two hybrid entities: *L. capdeperae* and *L. garciae*, omaggio al valoroso indagatore della flora balearica –Llorenç Garcias i Font–. In contrast, the data on vegetation of beaches and coastal cliffs is still unpublished, and are currently into boxes in a store I am unable to access: maybe it could be interesting today, since it testifies the original conditions, before the intense impact due to the touristic development in the Balearic Islands.

Ricordando dopo tanto tempo quelle due settimane al sole, nella verde isola di Mallorca, capisco che questi pochi giorni mi hanno insegnato molto, mi hanno arricchito.

Translated by the publications board of the BSHN

Biosketch

Sandro (Alessandro) Pignatti (Venice, 1930)

Italian botanist, PhD in Exact and Natural Sciences by the University of Pavia (1954). He has worked in the knowledge areas of floristics, taxonomy and phytosociology. Professor of botany, plant ecology and ecology at the universities of Pavia (1955-1958), Padua (1958-1962), Trieste (1962-1982), Roma (1983-1988) and “La Sapienza” di Roma (1988-), currently professor emeritus of the latter university.

From his PhD, he had a special interest in coastal ecosystems of the Mediterranean, with an intense work on the genus *Limonium* (Plumbaginaceae), for which he was afterwards the specialist contributor in *Flora Europaea*. During a post-doc stay at the Botanical Institute of Barcelona, in 1952 he visited Mallorca, collecting a lot of specimens of the genus. By this time, he contacted with Llorenç Garcias Font; first studying his herbarium specimens at the Botanical Institute, and later on exchanging herbarium specimens to describe a huge amount of taxa from the Balearic Islands. As a consequence of this collaboration and his trip to Mallorca, Pignatti published several works dealing with the genus *Limonium* of the Balearic Islands (Pignatti, 1955a,b, 1960).

His vast knowledge of the Italian flora is reflected in the publishing of his *Flora d'Italia* (1982, with an imminent 2nd edition), work that describes 6.000 species in 3 volumes, with a complete coding system valid for the 60% of the vascular plant species of Europe; work conceived as a tool for the understanding of the biodiversity in the ecosystems.

He has been working on Mediterranean-like ecosystems, comparing Europe and Australia, and subsequently extended to California, Chile, South Africa and the Canary Islands. He performed comparisons based on floristic compositions, plant community structure, and the function and evolutionary trends of the Mediterranean flora. He is co-author of the book *Data Processing in Phytosociology* (1980), and continues developing a vast database of the Italian flora and vegetation. He actively participates in the project SynBioSys Europe and, since 1992, organizes in Rome an international annual workshop, the European Vegetation Survey, a Working Group of the International Association for Vegetation Science.

He also has been working in landscape ecology matters, publishing the treatise *Ecologia del Paesaggio* (1994). He focused his main interest in the ecology of Rome, a unique example of a urban zone continuously occupied by humans for more than 25 centuries. Of Rome, he investigated the flora, plant communities, and habitats, developing new proceedings and perspectives on landscape ecology, synthesizing data and ideas in *L'Ecosistema Roma* (1995). Lately, after the publication of *I*

boschi d'Italia (1998), Sandro turned his attention to a detailed study on the plants, ecosystems and landscape of the Dolomites. In more recent works, he developed two wide and integrative prospects, the idea of the vegetation as a product of the auto-organization of the ecosystems, and the growing breakup of the relationship between human beings and the natural world (e.g., *Assalto al Pianeta* 2000). Together with Bruno Trezza, he received the Gambrinus Price for Literature in Ecology for this latter work.

He has been a Member of the Commission for Environmental Impact Assessment of the Italian Ministero per l'Ambiente (1992-1995), and is a Fellow of the Accademia Nazionale dei Lincei (since 1989), of the Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, de l'Acadèmia Slovena, of the Academia de Córdoba (Argentina), of the European Academy of Bolzano, and honorary Member of the Accademia Italiana di Scienze Forestali. He is former President of the Società Botanica Italiana, of the Ostalpin-dinarische Gesellschaft für Pflanzensoziologie, and the Internacional Association for Vegetation Science.

For his scientific activities, he was awarded the gold medal of the organization for Plant Taxonomical Investigation of the Mediterranean Area (1983), the degree of PhD honoris causa from the University of Uppsala (1991), the Order of Merit of the Italian Republic (1994) and the prize of the Academy of Sciences of Turin (2001).

The editorial team wants to thank their help in the translation from Italian to Catalan to Guillem Mateu-Vicens and Xavier Gulías, and for the English corrections to Prof. Larry Giles. Also, to Salvador Conesa for the cession of the pictures by P.J. Sancho.

A methodology for the evaluation of the biodiversity interest present in three terrestrial ecosystems in the Palma beach system

Zeeba KHAN and Anna TRAVESET

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Khan, Z. and Traveset, A. 2010. A methodology for the evaluation of the biodiversity interest present in three terrestrial ecosystems in the Palma beach system. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 25-42. ISSN 0212-260X. Palma (Mallorca).

An evaluation method for three terrestrial areas in the Palma beach system, Mallorca, Balearic Islands, Western Mediterranean is presented. Ses Fontanelles, Son Verí and Torrent dels Jueus are three fragments of semi-natural vegetation located within a very highly modified and exceedingly fragmented landscape. The Ratcliffe criteria (1977) were used as the basis for developing a multi-criteria decision making framework in order to score biodiversity value at sites. Ses Fontanelles is considered to be the area with the greatest biodiversity interest, followed by Son Verí and finally Torrent dels Jueus. As biodiversity value is an important factor in conservation planning, it is hoped that the information presented in this study will assist in guiding urban planning decisions in this and similar areas.

Keywords: *Palma beach system, Ses Fontanelles, biodiversity, evaluation, Ratcliffe.*

UNA METODOLOGIA PER A L'AVALUACIÓ DE LA DIVERSITAT BIOLÒGICA D'INTERÈS PRESENT EN TRES ECOSISTEMES TERRESTRES EN EL SISTEMA DE PLATJA DE PALMA. Es presenta un mètode d'avaluació de tres àrees terrestres en el sistema de la Platja de Palma, Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental. Ses Fontanelles, Son Verí i el Torrent dels Jueus són tres fragments de vegetació semi-natural ubicat dins d'un paisatge molt modificat i fragmentat. Els criteris de Ratcliffe (1977) es van utilitzar com a base per al desenvolupament d'un marc de decisió multicriteri per tal de valorar la diversitat biològica en aquests llocs. Ses Fontanelles és considerada com la zona amb el major interès per a la biodiversitat, seguit per Son Verí i finalment pel Torrent dels Jueus. Com que el valor de la biodiversitat és un factor important en la planificació de la conservació, s'espera que la informació presentada en aquest estudi ajudi a prendre decisions sobre planificació urbana en aquesta i altres àrees semblants.

Paraules clau: *Platja de Palma, Ses Fontanelles, biodiversitat, avaluació, Ratcliffe.*

Zeeba KHAN and Anna TRAVESET, Grup d' Ecologia Terrestre. Dept. Biodiversitat y Conservación, IMEDEA. Miquel Marquès 21. Esporles, 07190. Illes Balears, e-mails: zeebakhan@gmail.com and atraveset@uib.es

Recepció del manuscrit: 15-mai-10; revisió acceptada: 03-set-10

Introduction

The Mediterranean region is a hotspot for biodiversity and one of the world's

prime tourist destinations (Myers *et al.*, 2000). However, the land conversion process and the increased water demand associated with the growth of tourism have

had considerable negative impacts for biodiversity conservation (Amelung & Viner, 2006). The coastal areas have seen the highest rates of development. In Spain, 34% of the coastline is now classified as urban (Serra *et al.*, 2008), and Mallorca - receiving more than ten million tourists every year (IBESTAT, 2008) - registers almost half (49.1%) the coastline as having an urban land use (Balaguer *et al.*, 2008).

The Palma beach system is located on the coastal fringe of the Palma Basin. The area covers 10 km² and rests upon geological formations created during the Miocene and Pliocene epochs. The bedrock is calcareous in origin, with limestone and loamy soils characterising the zone (de la Cruz Caravaca *et al.*, 2001). The landscape is heavily marked by the numerous torrents that run down into the Bay of Palma from both the Sierra de Tramuntana mountains and the Puig de Randa mountain (Eptisa, 1999), and natural ecosystems found within the zone include beach systems, wetlands, pine forest and garrigue.

Due to the area's natural beauty, the tourist industry grew briskly from the 1960s onwards, and today the Palma beach system is one of the main centres of tourist activity on the island. Cheap, rapid development has characterised the area and the resident population of 34 000 is augmented by more than one million tourists every year (West 8, 2009).

In the competition for land resources, conservationists have developed methodologies which evaluate land for its present or potential biodiversity value. In this way, it is thought that biodiversity conservation can be promoted as a potential land use alongside other competing land uses, such as recreation, tourism and urban development. Also, as it has been widely proven that green spaces provide numerous physical, psychological, and recreational

benefits (Attwell, 2000; Eliasson, 2000; Millard, 2000; Gómez *et al.*, 2001) the protection and/ or restoration of certain areas is considered beneficial to the local population.

Thus, the rationale for this present study is to propose a suitable evaluation methodology and to employ this to determine the quality of the biodiversity interest in the remaining fragments of natural ecosystems found in the Palma beach system.

A number of approaches have been developed to evaluate the biological value of an area. In 1974, the United Nations Educational and Scientific Committee (UNESCO) issued the first international guidelines designed to evaluate sites for inclusion in the new protected area Man and Biosphere reserve system. The UNESCO set of criteria included the key tenets of diversity, rarity, naturalness and size and reflected the prevalent thinking of the day. Since then, various alternative methodologies have been developed. Many maintain the principal criteria included in the UNESCO plan, while developing additional points, such as a site's educational suitability (Gehlbach, 1975), number of structural plant formations (Van de Ploeg & Vlijm, 1978), intrinsic worth of resident species (Ehrenfield, 1976; Regan, 1981; Taylor, 1986; Gerowitt *et al.*, 2003) or an evaluation of the site's historical contribution to artwork (Everett, 1978).

More recently, the emphasis has shifted towards environmental economics and the assignation of monetary values to the services or benefits offered by ecosystems. This was first formally proposed by Helliwell (1969) and many researchers have since developed this line of study (Kumari, 1994; de Groot, 1992; Costanza *et al.*, 1997; Sathirathai, 1998; Balmford *et al.*, 2002). It is a methodology

often used by decision makers who call for values to be expressed in monetary terms, so that a cost benefit analysis can be utilised to assess the relative merits of different land use scenarios.

Some forty years after the first scientific evaluation methodologies were proposed, and despite the plethora of literature on the subject, there remains no one prevailing system to be used. Indeed, as much now as then, confusion arises from the multiplicity of criteria involved, and the broad range of conservation goals they reflect, many of these based on cultural values (Margulis & Usher, 1981; Roquette, 2009).

For the present study, the Ratcliffe method (1977) is utilised as the basis for an evaluation methodology. It develops upon concepts included in the UNESCO guidelines (1974), while elaborating six additional factors. It is the standard methodology employed by statutory agency Natural England in the United Kingdom for the evaluation of sites of special scientific interest, and is the longest standing evaluation methodology in practice in a European context (Natural England, pers. comm. 2010). Further, in a recent review by Roquette *et al.* (2009) of seven different biodiversity evaluation methods, the Ratcliffe criteria were defined as those most likely to attain objective results. Monetary based methodologies were not considered for this study as there has been no published work on similar ecosystems in similar locations, and an original valuation study was considered excessively expensive and time consuming. Also, the concept of saving nature based on cost-benefit analysis is controversial and subject to much methodological bias in the estimation of values and preferences (Daily, 1997; Brauer, 2003; Woodroffe *et al.*, 2005; McCauley, 2006).

Methods

The Study Areas

Ses Fontanelles (location: 39°32'05.92" N/ 2°43'41.60" E) (Fig. 1) is the last remnant of a lowland wetland area that historically covered a large part of the Bay of Palma (Amengual & Ramis, 2002). At just over 30 hectares, it is home to over 200 plant species, six dominant plant communities and one endemic sea lavender.

Son Verí (location: 39°29'22.44" N/ 2°45'04.48" E) represents approximately 83 hectares of traditional Mallorcan garrigue landscape. Divided into two by the MA 6014 main road, the lower part of Son Verí neighbours a residential area and sports centre, while the upper tract borders other garriga zones, agricultural land and a water waste treatment plant.

The Torrent dels Jueus (location: 39°30'12.38" N/ 2°45'38.62"E) passes through agricultural land before opening out into the Palma bay via the highly urbanised tourist nucleus of S'Arenal. It is an area with a moderate to high recreational use.

Data collection

The three sites were studied for a period of a year. Baseline data were gathered on plant species and communities, vertebrates and hexapods in April 2009. These were undertaken through completing series of transects that covered large areas of the sites. These were then monitored periodically throughout the subsequent 12 months. Standardised procedures were used throughout. Additional information on species presence was also incorporated into the study when not seen during transect studies. Aerial digital orthophotographs were also used to assist in the delineation of habitats. Randomly chosen points on the ground were then chosen to ground truth

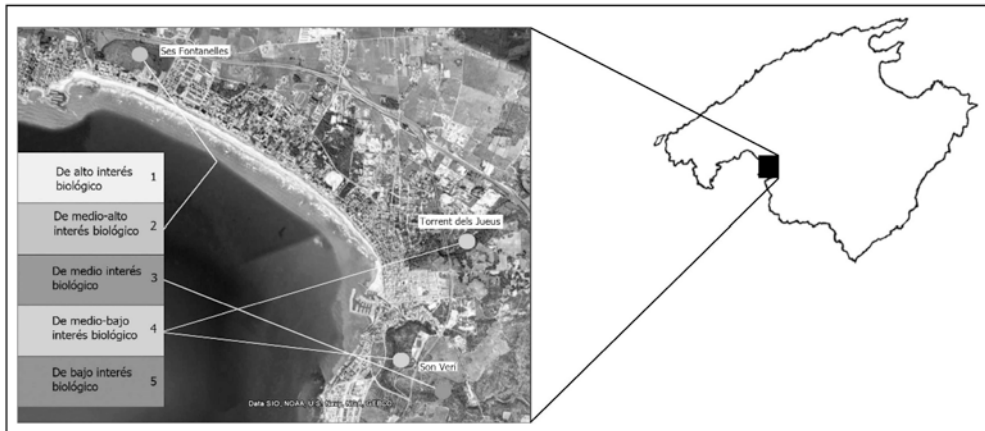


Fig. 1. Relationship of evaluation scale to biological interest for the study sites.

Fig. 1. Relació de l'escala d'avaluació d'interès biològic als llocs d'estudi.

the estimates made. Most taxonomical identification was carried out in the field. When this was not possible, independent naturalists were contracted. Plants were identified by means of botanical guides and also by contacting different plant specialists when a doubt emerged.

Son Verí was divided into 2 distinct areas. This was due to the perceived difference in levels of use and commensurate degradation observed in the two areas. The upper tract was denominated Son Verí 1 and the lower part, closer to the coastline, Son Verí 2. This also reflects a historical separation of the area (Font, 1972).

Evaluation methodology

Sites were assessed on ten different criteria. Evaluation scales were developed and sites were awarded points, which were later converted into a five point scale. The evaluation scores for each criterion were then summed and reduced again to another five-point scale. This final score, scale I (most positive) to V (least positive), reflects the biodiversity value present in each area.

An explanation of the scoring system devised is explained below:

a) Fragility. The evaluation scale was based on the number and magnitude of factors that threaten the integrity of site. Each factor is assigned a score of either 1(lower) or 2 (higher), based on its magnitude of influence. The scores are summed and then related to an evaluation scale.

Translation of scores: I \geq 8; II 6 – 7; III 4 – 5; IV 1 – 3; V 0.

Evaluation scale: I site is highly fragile; II very fragile; III fragile; IV some fragility; V not fragile in normal circumstances.

b) Rarity. Scalings are made based on an index calculated by the level of legislative protection given, uniqueness of the genetic resources and species group.

Score for legislative protection: data deficient but with observed downward trends/locally protected, 1; national protection, 2; international protection, 3, e.g. International Union for the Conservation of Nature (IUCN) Red Lists or the Convention for international trade in endangered species (CITES Appendix 1).

Uniqueness of genetic resources: other species exist in the same genus 1, no other species in genus 5.

The two factors are multiplied together and a score calculated per species. The species scores are then summed with habitat scores.

Habitat scores: An additional 2 points are awarded for the presence of habitats classed as priority within the Red Natura system and an additional 1 point for habitats listed as of interest in Europe.

Translation of scores: I ≥ 35 ; II 25 – 34; III 15 – 24; IV 1 – 14; V 0.

Evaluation scale: I site possesses highly rare components; II relatively rare components; III moderately rare components; IV some rare components involved; V no rare species or habitats present.

c) Size (area or extent). Evaluation scale: I >100 ha; II 51–100 ha; III 30 – 50 ha; IV 11 – 30 ha; V <10 ha.

d) Diversity. Number of species are divided by number of ha to calculate average species per ha. These were then classified into high, medium and low diversity. A score of ≥ 5 species/ha receives a score of 3, 2 – 4.9 species/ha receive a score of 2, while <2 species per ha is awarded a score of 1.

Number of principal habitats located at a site are divided by number of ha to calculate average habitats per ha. A number of ≥ 0.12 habitats/ha receives a score of 3, 0.055 – 0.11 habitats/ha receive a score of 2, while 0 – 0.054 habitats/ha is awarded a score of 1.

These two scores are summed. The result is then combined with a value assessing levels of degradation.

Sites showing considerable degradation receive an additional score of 1, some degradation 2, and little or none 3.

The three summed scores are then translated into an evaluation scale.

Translation of scores: I 8 – 9; II 6 – 7; III 4 – 5; IV 2 – 3; V 0 – 1.

Evaluation scale: I site possesses very important diversity components; II some important diversity components; III some notable diversity components; IV few diversity components; V no or very few notable diversity components.

e) Potential Value. Based on the following criteria, sites were awarded either a score of 1 (low) or 2 (high) depending upon the level to which they meet the criteria.

1. Site is included or will be included in a protected area system

2. With informed management the area could be a unique component in the landscape matrix for its biodiversity interest

3. Provide a green corridor function

4. Provide opportunities for nature conservation education

The four summed scores are then translated into an evaluation scale.

Translation of scores: I 7 – 8; II 5 – 6; III 3 – 4; IV 1 – 2; V 0.

Evaluation scale: I site possesses very high potential value; II reasonably high potential value; III some important potential value components; IV some possible potential value; V no potential value.

f) Position with the Ecological and or Geographical Unit. Evaluation of the site is made by assessing its connectivity to the wider landscape matrix:

United to the wider landscape matrix – I

High potential to be united to the wider landscape matrix – II

Some potential to be united to the wider landscape matrix – III

Little potential to be united to the wider landscape matrix – IV

No potential to be united to the wider landscape matrix – V

Evaluation scale: I excellent geographical position; II good geographical position components; III moderate geographical position value; IV poor geographical position; V no observed positive component to geographical position.

g) Representativeness. It is assessed by making some measurement of the distinctiveness of the species and habitats in the site and whether they can be considered typical for the geographic region.

Evaluation scale: I sites maintain very important typical components; II some important typical components; III some notable typical components; IV some typical components; V no notable typical components.

h) Recorded History.

Excellent documentation available dating back to more than 100 years – I

Good documentation available dating back to more than 100 years – II

Some documentation available dating back to more than 100 years – III

Some documentation available about recent history – IV

No documentation available – V

Evaluation scale: I very good historical information; II good historical information; III some historic information available; IV little historical information; V no historical information.

i) Naturalness. Three scores are calculated and summed:

Level of human influence in the site: 1 high, 2 medium, 3 low or non existent

Number of native species: 1 low, 2 medium, 3 high current level of degradation: 0 very high, 1 high, 2 medium, 3 low

Translation of scores: I 8 – 9; II 6 – 7; III 4 – 5; IV 2 – 3; V 0 – 1.

Evaluation scale: I site possesses very important natural components; II some

important natural components; III some notable natural components; IV few natural components; V no or very little notable natural components.

j) Intrinsic Appeal. Based on the following criteria, sites were awarded either a score of 1, 2 or 3 depending upon the level to which they meet the criteria.

Four scores are calculated and summed:

Presence of habitats considered to have an emblematic value: 1 criteria poorly met, 2 criteria moderately met, 3 criteria strongly met

Presence of species considered to have an emblematic value: 1 criteria poorly met, 2 criteria moderately met, 3 criteria strongly met

Presence of species considered as pests or problematic: 1 two or more, 2 one, 3 none

Aesthetic value of the site: 1 low, 2 medium, 3 high

Socio cultural interest in the site, such as its use for recreation: 1 low, 2 medium, 3 high

Translation of scores: I 13 – 15; II 10 – 12; III 7 – 9; IV 4 – 6; V 1 – 3.

Evaluation scale: I site possesses very important intrinsic appeal; II important intrinsic appeal; III some notable intrinsic appeal; IV little intrinsic appeal; V no or very little intrinsic appeal.

Results

The methodology used provides a single numerical quantification of biodiversity interest for the four sites. The lower the overall score, the greater the interest a site has for conservation.

Ses Fontanelles scores the lowest and this translates into a high score for biodiversity interest. This positive evaluation is due to the highly fragile nature

of the site and the presence of a number of rare components, 14 in all, including one IUCN critical listed plant species, *Limonium barceloi*. Further, despite the low degree of naturalness present at the site, there is a very high diversity of plant species (220+) and of communities (6+). The site also receives a high score for being the remaining fragment of a previously much larger wetland extension and for its continuous presence in the historic record. It receives a low evaluation for geographic positioning as it is an ecologically isolated area, surrounded on all sides by main roads and urbanisations and it is also evaluated negatively for lack of intrinsic appeal due to a large number of pest species and low aesthetic value. Despite this, it remains the site with the most interest for nature conservation.

Son Verí 1 is the area considered to possess the next most valuable biodiversity interest. This is in part due to its relatively pristine condition and extension but also due to its position within the wider landscape and its intrinsic value. Mallorcan garrigue ecosystems are considered to be of value for their aesthetic and ecosystem service values.

Son Verí 2 is considered of lesser interest, as while it is a similar habitat type and size to Son Verí 1, its condition is inferior. Also, it shows less connectivity to the wider landscape than Son Verí 1.

Finally, the Torrent dels Jueus is a much degraded and much used recreation area. Despite this, it maintains an important conservation interest due to its geographical position. It has a very high potential as a green corridor within and beyond the Palma beach system, as it permits connectivity with the Puig de Randa. This is considered particularly important in improving long term sustainability for animal and plant populations subject to the effects of climate

Criteria	SF	SV1	SV2	TJ
Fragility	1	4	4	4
Rarity	2	4	5	5
Size	3	3	3	4
Diversity	2	3	4	4
Potential valor	2	3	3	2
Position	4	2	3	2
Representativeness	2	2	4	4
Documented history	2	4	4	4
Naturalness	3	3	3	4
Intrinsic appeal	3	2	3	3
TOTAL	24	30	36	36
Conversion to 5 point evaluation scale	2	3	4	4

Table 1. Evaluation scores for the four areas. (SF) Ses Fontanelles, (SV1) Upper Son Verí, (SV2) Lower Son Verí, (TJ) Torrent dels Jueus.

Taula 1. Avaluació de les quatre àrees. (SF) Ses Fontanelles, (SV1) Son Verí superior, (SV2) Son Verí baix, (TJ) el Torrent dels Jueus.

change (Grabherr *et al.*, 1994; Burton, 2003; Konvicka *et al.*, 2003).

For a summary of the results, see Table 1. For a detailed breakdown of how the methodology was applied to each site, see Annex 1 to 4.

Discussion

The methodology chosen was primarily concerned with how to successfully bring together information from several criteria and reduce this to a single index of evaluation for biological interest. It is considered that this was achieved with some success. However in performing the analysis, difficulties arose, as the evaluation of some of the criteria, e.g. diversity or potential value require value judgements that must then be converted into numerical measurements. Some comment is made below on the problems considered inherent

in the evaluation of sites based upon the criteria chosen.

Caveats with the methodology

a) Fragility. This is considered the best single measure of conservation value in a natural environment (Nature Conservancy Council, 1989; Nilsson & Grelsson, 1995). However, to adequately evaluate a site's fragility, it is assumed that the dynamics and factors affecting the ecosystem and/or community in question are known. There are many causes of fragility, and each ecosystem will respond differently and natural areas may be vulnerable to change distant from the site itself. Furthermore, the scale utilised refers only to external factors and not the inherent fragility that an ecosystem could possess. Nor does the scale allow for the interaction of a combination of factors, so that for example, the presence of invasive species combined with the disturbance caused by climate change effects could result in a greater level of disturbance than two *other* factors acting together within the same time and space. This enhancement may also be dependent upon type of ecosystem, e.g. a forest may present greater resilience than a marshland (Miller & Hobbs, 2007).

b) Rarity. The definition of rarity is complex and cannot be given without reference to scale; one could refer to genetic rarity, species rarity or habitat rarity (Van de Maarel, 1978). All three were deemed worthy of evaluation in this context. Genetic rarity was assessed via the prioritisation of species that stand alone in their genus, and while this gives no exact quantification of the genetic rarity of the species in question it was considered adequate for this study. The species and habitat rarities were assessed through relating them to current legislation. Thus, if species or habitats were in some way

protected, then they could be evaluated as rare components in the evaluation. However, legislation does not always adequately reflect the true conservation status of species, as often, sufficient data do not exist to evaluate it (Butchard *et al.*, 2005; Good *et al.*, 2006). Further, there may be species present at a site which fail to be registered via the monitoring actions. Thus, this criterion is also a reflection of the survey intensity utilised.

c) Size. This measure plays a major part in determining the ecological interest of an area. A reduction in size of an area (e.g. through fragmentation) can reduce its nature conservation value considerably. Therefore, care must be taken when defining this criterion, as local context is very important. The evaluation scale chosen here reflects the Balearic island context, thus in Mallorca, 32 hectares is considered of moderate extension (Ses Fontanelles). In another context, an area of the same size could be considered small. Further, when defining the criterion, one must take into consideration the conservation interest that one wishes to protect, and minimum viable populations should be considered. Obviously, bears need much larger areas than insects or plants. While the minimum viable area is generally known for the species resident in the study areas, the methodology does not take into account the range requirements of species in a climate change scenario.

d) Diversity. The diversity of a site can refer to (1) species diversity (species richness) and to (2) habitat diversity (richness in habitats, such as dune system, woodland, grassland and marsh). Both low and high diversity have a high nature conservation value under different circumstances. High species diversity would be important for areas such as herb-rich grassland or ancient woodland,

whereas low diversity would be an important attribute for marshland or reed beds. It is not always a question of the greater the diversity the greater the value. Hence, this criterion alone is not an adequate measure of biodiversity value and must be considered alongside other criteria. Moreover, the condition and sustainability of diversity is an important factor to be considered. It is for this reason that a degradation index was incorporated into this evaluation's design. Additionally, the species and habitat diversity indices were based on plant diversity. Resources limited a more extensive sampling of the remaining biota, so it was considered that levels of plant diversity reflect general levels of diversity at a site. However, ideally other groups should be considered.

e) Potential value. Certain sites could, through appropriate management or natural change, develop a greater nature conservation interest. The realisation of this potential is dependent upon a number of factors, such as inclusion in a protected area system and so forth. However, what must also be taken into account are cultural values attributed to species or sites that may vary from region to region. For example, in Peru, medicinal plant resources are considered an important evaluation characteristic (Gavin, 2009), and in Burma, teak (*Tectona grandis*) is considered to be the most important forest resource to be conserved (Blower, 1985).

f) Position within an ecological/geographical unit. As the probability for species survival in fragments has been correlated with the quality of the surrounding matrix (Fischer *et al.*, 2005; Maiorano *et al.*, 2008), the position of the site in relation to the surrounding landscape is considered an important measure of biodiversity value. However, this criterion is again very dependent on species and

context. For example, sites for the conservation of mammals require greater connectivity than those for insects or birds (Beier & Noss, 1998) thus assessment should consider what biodiversity interest is to be conserved when measuring connectivity value.

g) Representativeness. As many other criteria that are ambiguous, it needs an appropriate definition. It could be interpreted as a measure of the distinctiveness of species and habitats in geographic regions. It could also be perceived as a quantification of the extent to which a habitat conforms to a habitat type. Or it could be seen as the extent to which required natural features occur within a habitat (Anderson, 1991). In this study, we used the first definition as we considered that other criteria within the methodology make some assessment of the other two definitions. This may not always be the case, and adjustments may need to be made.

h) Recorded history. The history of a site is important, especially where a site is to be used for research and education. A well documented past with detailed biological and/or natural history records of species and habitat change presents a valuable insight into the ecology of the site, and such information can provide a basis for current and future management. However, the quality of the information must be assessed, so that proposed management actions based on this information have a sound basis.

i) Naturalness. The definition of the naturalness criteria is exceedingly complex, and there can be various definitions: (1) naturalness as that which is part of nature, (2) naturalness as a contrast to artificiality, (3) naturalness as an historical independence from human actions, and (4) naturalness as possession of certain

properties. Further, these criteria could refer to species, habitats or processes (Anderson, 1991). In this study, three of the four definitions are incorporated into the evaluation. However, difficulties arise due to the highly modified nature of European habitats. In Europe, truly natural habitats, i.e. those unmodified by man are exceptionally rare; as the site of many early human civilisations, there has been heavy modification of the Mediterranean landscape during the last 10 000 years (Horden & Purcell, 2000). However, some measurement of naturalness must be made and thus, a historical benchmark is drawn at the advent of industrialisation. It is considered that this was a turning point, and from this date human actions in industrialised nations cease to fit within what can be called natural interaction with the landscape (Ridder, 2007). Therefore, habitats modified before this time are generally accepted to be natural. Son Verí 1, for example, is a classic example of Mediterranean garrigue, a habitat that only developed due to the deforestation of forested areas circa 1600, and as such is considered natural. In other regions of the world this concept of natural would not be accepted (Leard, 2004).

j) Intrinsic appeal. As a measure of the anthropogenic value associated with a species or habitat, this criterion was developed to assess the importance that the site may present to people. Emblematic values, socio-cultural interest, aesthetics and the presence of species perceived as problematic were all included in the evaluation. However, as for the potential value criterion, regional cultural differences must be taken into account, as in one area a component may be considered problematic or worth conserving, while in another the same may not be true. Also, a landscape considered aesthetically pleasing may not

necessarily be associated with any perceivable ecological importance. Indeed, it may be the contrary, such as a landscape full of attractive, exotic plants.

Additional criteria. It is thought that to improve on the methods utilised and to encourage greater relevance to local communities, additional criteria could be developed which directly incorporate stakeholder views. However, it must be remembered that as with aesthetic value, a site valued by stakeholders may not necessarily possess any significant biological interest (Buijs, 2009). Further, other relevant additional criteria could include assessments of sites for their carbon emission/sequestration potential and/or climate regulation function.

Conclusion

In the current socio-politic-economic environment, it is necessary to choose from among remaining natural sites, those that are the most valuable for conservation. Methodologies must therefore be developed that assist the evaluation of different sites. Despite the difficulties encountered in the application of the methodology presented here, it is considered that the Ratcliffe criteria (1977) and the scalings developed for this study were appropriate and useful in the present context. Thus, we elucidated that of the three areas studied in the Palma beach system, Ses Fontanelles is the area with the most biodiversity interest, as the site is deemed to have a medium to high conservation value. Son Verí 1 is considered the site with the next most important biodiversity interest, while Son Verí and the Torrent dels Jueus score equally as having a medium to low biological interest. We hope this information and/or the methodology

developed may be of use to conservationists and urban planners.

Acknowledgements

We are grateful to, Juan Miguel González, Xavier Canyelles and David García for their help in the identification of, birds, insects and bats, respectively. We also thank Lleonard Llorens for confirming the name of *Limonium companyonis*, Jaume Reus who assisted in fieldwork and Nick Riddiford and Martin Honey from The Albufera Initiative for Biodiversity for help with moth identification. The project was financed by the Consorcio Playa de Palma.

Bibliography

- Amelung, B. & Viner, D. 2006. Mediterranean tourism: exploring the future with the tourism climatic index. *Journal of Sustainable Tourism*, 14: 349-366.
- Amengual, L. & Ramis, X. 2002. Anàlisi de Ses Fontanelles i del seu entorn i propostes d'actuació, planificació i gestió per tal de millorar la qualitat ambiental d'aquest espai. Unpublished report. University of the Islas Balears.
- Anderson, J.E. 1991. A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. *Conservation Biology*, 5: 347-352.
- Attwell, K. 2000. Urban land resources and urban planting - case studies from Denmark. *Landscape and Urban Planning* 52: 145-163.
- Balaguer, P. 2008. A proposal for boundary delimitation for integrated coastal zone management initiatives. *Ocean & Coastal Management*, 51: 806-814.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgraden, J., Trumper, K. & Turner, K. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science*. 297: 950-953.
- Beier, P. & Noss, R.F. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology*, 12 (6): 1241-1252.
- Blower, J. 1985. Conservation priorities in Burma. *Oryx*, 19: 79-85.
- Bolòs, O., 1996. La vegetació de les Illes Balears. Institut Català de Bibliografia.
- Brauer, S. 2003. Money as an indicator: to make use of economic evaluation for biodiversity conservation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98 (1-3): 483-491.
- Buijs, A. 2009. Lay people's images of nature: comprehensive frameworks of values, beliefs and value orientations. *Society & natural resources*, 22 (5): 417-432.
- Burton, J.F. 2003. The apparent influence of climatic change on recent changes of range by European insects (Lepidoptera, Orthoptera). *Proceedings of the 13th International Colloquium of the European Invertebrate Survey (EIS)*: 13-21. EIS-Nederland, Leiden.
- Butchart, S. H. M., Stattersfield, A. J., Bennun, L. A., Akçakaya, H. R., Baillie, J. E. M., Stuart, S. N., Hilton-Taylor, C. & Mace, G. M. 2005. Using red list indices to measure progress towards the 2010 target and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 1454: 255-268.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. & vandenBelt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Czech, B. 2004. A chronological frame of reference for ecological integrity and natural conditions. *Natural Resources Journal*, 44: 1113-1136.
- Daily, C. G. 1997. Nature's services. Island Press, Washington. DC.
- De Groot, R. S. 1992. Functions of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- de la Cruz Caravaca, M. T., Balaguer Siquier J. & Hernando Costa, J. 2001. Suelos

- desarrollados sobre arenas residuales y arenas eólicas en Mallorca. *Edafología*, 8: 35-39.
- de la Cruz, M. 2009. 1510 Estepas salinas mediterráneas (Limonieta). *In: Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 78 p.
- Ehrenfeld, D. W. 1976. The conservation of non-resources. *American Scientist*, 64: 648-656.
- Eliasson, I. 2000. The use of climate knowledge in urban planning, *Landscape and Urban Planning*, 48: 31-44.
- Eptisa, 1999. El plan hidrológico de las Islas Baleares. Eptisa.
- Everett, R. D. 1978. Conservational evaluation and recreational importance of wildlife within a forestry area. PhD. thesis, University of York.
- Fischer, T. 2005. Making the matrix matter: challenges in Australian grazing landscapes. *Biodiversity and conservation*, 14 (3): 561-578.
- Font Obrador, B. 1972. Historia de Lluçmajor. Mallorca.
- Gavin, E. 2009. Conservation implications of rainforest use patterns: mature forests provide more resources but secondary forests supply more medicine. *The Journal of Applied Ecology*. 46: 1275-1282.
- Gehlbach, F. R. 1975. Investigation, evaluation and priority ranking of natural areas. *Biological Conservation*, 8: 79-88.
- Gerowitt, B., Isselstein, J., & Marggraf, R. 2003. Rewards for ecological goods - requirements and perspectives for agricultural land use. *Agriculture Systems and Environment*, 98: 541-547.
- Gómez, F. Tamarit, N. & Jabaloyes, J. 2001. Green zones, bioclimatic studies and human comfort in the future development of urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 55: 151-161.
- Good, T. C., Zjhra, M. L. & Kremen, C. 2006. Addressing data deficiency in classifying extinction risk: a case study of a radiation of *Bignoniaceae* from Madagascar. *Conservation Biology*, 20 (4): 1099-1110.
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. 1994. Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369: 448-448.
- Helliwell, D. R. 1969. Valuation of wildlife resources. *Regional Studies*, 3: 41-47.
- IBESTAT 2008. Las Illes Balears en cifras 2008. Govern de les Illes Balears.
- Khan, Z. & Traveset, A. 2009. Biodiversidad terrestre. *In: La Adaptación al cambio climático y la preservación de ecosistemas naturales, terrestres y marinos en el marco del proyecto estratégico de recalificación integral de la Playa de Palma*. Unpublished report. IMEDEA. 74p.
- Horden, P., & Purcell, N. 2000. *The corrupting sea: A study of Mediterranean history*. Blackwell. UK.
- Konvicka, M., Maradova, M., Benes, J., Fric, Z. & Kepka, P. 2003. Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 403-410.
- Kumari, K. 1994. thesis, University of East Anglia, Norwich, discussed in Balmford et al., (2002), Economic reasons for conserving wild nature, *Science*, 297: 950.
- Leard, J. A. 2004. MA Thesis, University of North Texas. Ethics naturally: an environmental ethic based on naturalness.
- Maioaranao, F. 2008. Size-dependent resistance of protected areas to land-use change. *Proceedings - Royal Society. Biological sciences*. 275: 1297-1304.
- Margules, C. & Usher, M. B. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: A review. *Biological Conservation*, 21: 79-109.
- McCauley, P. 2006. Selling out on nature. *Nature*, 443: 27-28.
- Millard, A. 2000. The potential role of natural colonisation as a design tool for urban forestry - a pilot study, *Landscape and Urban Planning*, 52: 173-179.
- Miller, J & Hobbs, R. J. 2007. Habitat Restoration? Do We Know What We're Doing?. *Restoration Ecology*, 15 : 382-390.

- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nature Conservancy Council. 1989. Guidelines for the selection of biological SSSIs. Nature Conservancy Council, Peterborough, UK.
- Nilsson, A. 1995. The fragility of ecosystems. *The Journal of Applied Ecology*, 32: 677-692.
- Promallorca. 1991. Gran enciclopedia de Mallorca. Volumen XV.
- Ratcliffe, D. A. 1977. A nature conservation review, Cambridge University Press.
- Regan, T. 1981. The nature and possibility of environmental ethics. *Environmental Ethics*, 3: 19-34.
- Ridder, S. 2007. An exploration of the value of naturalness and wild nature. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 20 (2): 195-213.
- Rouquette, J. R., Postumus, H., Gowing, D. J. G., Tucker, G., Dawson, Q. L., Hess, T. M. & Morris, J. 2009. Valuing nature-conservation interests on agricultural floodplains *Journal of Applied Ecology*, 46: 289-296.
- Sathirathai, S. 1998. Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, south of Thailand. Unpublished report, Economy and Environment Program for Southeast Asia, Singapore.
- Serra, P., Pons, X. & Saurí, D. 2008. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: a spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28: 189-209.
- Taylor, P. W. 1986. Respect for nature: A Theory of Environmental Ethics. Princeton University Press.
- UNESCO. 1974. Task force on criteria and guidelines for the choice and establishment of biosphere reserves. *MAB Report No. 22*. Paris, UNESCO.
- Van der Maarel, E. 1978. Ecological principles for physical planning. In: Holdgate, M. J. & Woodman, M. J. (eds.). *The breakdown and restoration of ecosystems*, 413-50. Ed. New York, Plenum Press.
- Van der Ploeg, S. W. F. & Vlijm, L. 1978. Ecological evaluation, nature conservation and land use planning with particular reference to methods used in the Netherlands. *Biological Conservation*, 14: 197-221.
- West 8, 2009. Plan director de reconversión integral de la Platja de Palma. Unpublished report. 74p.
- Woodroffe, R., Thirgood, S. & Rabinowitz, A. 2005. People and wildlife, conflict or co-existence? Cambridge University Press. New York.

Annex 1. Evaluation of the biodiversity value of Ses Fontanelles according to the Ratcliffe criteria (1977).

Annex 1. *Avaluació de Ses Fontanelles d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Ses Fontanelles	Score																																																																
Fragility	Maintenance of the system is dependent on the hydrological regime. 2 The area suffers high urban development pressure. 2 Predicted impacts of climate change expected to affect salinity and water levels. 2 Large number (>20) of invasive species. 2 Sum of scores: 8	I (highly fragile)																																																																
Rarity	<table><thead><tr><th>Species or Habitat</th><th>Level of protection</th><th>Uniqueness</th><th>Score</th></tr></thead><tbody><tr><td><i>Limonium barceloi</i></td><td>3 IUCN RL Critic</td><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td><i>Tamarix</i> spp</td><td>1 Balearic Catalogue</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td><i>Ardeola ralloides</i></td><td>2 National Catalogue</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td><i>Chlidonias niger</i></td><td>2 National Catalogue</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Circus aeruginosus</i></td><td>2 CITES</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Circus cyaneus</i></td><td>2 CITES</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Falco eleonorae</i></td><td>2 CITES</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Falco tinnunculus</i></td><td>2 CITES</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Numenius arquata</i></td><td>2 National Catalogue</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Rallus aquaticus</i></td><td>1 Balearic Catalogue</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Tringa totanus</i></td><td>1 Balearic Catalogue</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>Vanellus vanellus</i></td><td>1 Balearic Catalogue</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td><i>L. habitat</i> (de la Cruz, 2009)</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td></tr><tr><td><i>S. fruticosae</i> (Bolòs, 1996)</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>26</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Species or Habitat	Level of protection	Uniqueness	Score	<i>Limonium barceloi</i>	3 IUCN RL Critic	1	3	<i>Tamarix</i> spp	1 Balearic Catalogue	1	1	<i>Ardeola ralloides</i>	2 National Catalogue	1	1	<i>Chlidonias niger</i>	2 National Catalogue	1	2	<i>Circus aeruginosus</i>	2 CITES	1	2	<i>Circus cyaneus</i>	2 CITES	1	2	<i>Falco eleonorae</i>	2 CITES	1	2	<i>Falco tinnunculus</i>	2 CITES	1	2	<i>Numenius arquata</i>	2 National Catalogue	1	2	<i>Rallus aquaticus</i>	1 Balearic Catalogue	1	2	<i>Tringa totanus</i>	1 Balearic Catalogue	1	2	<i>Vanellus vanellus</i>	1 Balearic Catalogue	1	2	<i>L. habitat</i> (de la Cruz, 2009)	-	-	2	<i>S. fruticosae</i> (Bolòs, 1996)	-	-	1	TOTAL	26			II (Relatively rare components)
Species or Habitat	Level of protection	Uniqueness	Score																																																															
<i>Limonium barceloi</i>	3 IUCN RL Critic	1	3																																																															
<i>Tamarix</i> spp	1 Balearic Catalogue	1	1																																																															
<i>Ardeola ralloides</i>	2 National Catalogue	1	1																																																															
<i>Chlidonias niger</i>	2 National Catalogue	1	2																																																															
<i>Circus aeruginosus</i>	2 CITES	1	2																																																															
<i>Circus cyaneus</i>	2 CITES	1	2																																																															
<i>Falco eleonorae</i>	2 CITES	1	2																																																															
<i>Falco tinnunculus</i>	2 CITES	1	2																																																															
<i>Numenius arquata</i>	2 National Catalogue	1	2																																																															
<i>Rallus aquaticus</i>	1 Balearic Catalogue	1	2																																																															
<i>Tringa totanus</i>	1 Balearic Catalogue	1	2																																																															
<i>Vanellus vanellus</i>	1 Balearic Catalogue	1	2																																																															
<i>L. habitat</i> (de la Cruz, 2009)	-	-	2																																																															
<i>S. fruticosae</i> (Bolòs, 1996)	-	-	1																																																															
TOTAL	26																																																																	
Size	Area en hectares Approx. 32.8	III (Moderate extension in this context)																																																																
Diversity	220 plant species. Species per hectare: 5.5. Relevant score: 3 At least 6 dominant plant communities. Community per hectare: 0.15. Relevant score: 3. Sum of scores 6.	II (Some important diversity components)																																																																
Potential value	Part of the site will be included in the protected area system via the designation of an “ABC” or Critical Biological Area. 1 Would be a unique component in the local landscape matrix. 2 Could provide excellent opportunities for nature conservation education, due to its biodiversity and location. 2. Sum of scores: 5	II (Reasonably high potential value)																																																																
Position within the Ecological or Geographical unit	A relatively isolated fragment of natural space, bordered by two main roads and a motorway. An airport is located close by and the remainder of the immediate area is heavily urbanised. There is currently little potential for connectivity. 4	IV (Little potential to be united to the wider landscape matrix)																																																																
Representativeness	As the only remaining fragment of a much larger wetland extension, the area is considered to present highly important representativeness components.	I (Very important typical components)																																																																
Recorded History	The first mention of the area now known as Ses Fontanelles, could possibly date back to the year 1144, when reference is made to a small cala next to Sant Jordi. Later, in the 16 th century mention is made of the lagoons of Sant Jordi which almost certainly include the areas of Ses Fontanelles and there is some detail of the plant and animal communities present at that time (Amengual & Ramis, 2002). Since then, the zone continues to reappear in historical literature and was the site of a great public drainage project. Later, in the 20 th century there are a number of historic photos and documents for the area.	II (Good documentation available dating back to more than 100 years)																																																																

Annex 1. Evaluation of the biodiversity value of Ses Fontanelles according to the Ratcliffe criteria (1977).

Annex 1. *Avaluació de Ses Fontanelles d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Ses Fontanelles	Score
Naturalness	High level of human influence. 1 Medium number of native species. 2 High level of degradation. 1 Sum of scores: 4	III (Some notable natural components)
Intrinsic Appeal	Some habitats of emblematic value. 2 Some species of emblematic value. 2 Two or more problematic species. 1 Low aesthetic value due to presence of refuse. 1 High socio cultural interest in site due to location. 3 Sum of scores: 6	IV (Little intrinsic appeal)
	TOTAL	24

Annex 2. Evaluation of the biodiversity value of Son Verí 1 according to the Ratcliffe criteria (1977).

Annex 2. *Avaluació de Son Verí 1 d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Son Verí 1	Score
Fragility	The area suffers some recreational pressure. 1 Sum of scores: 1	IV (Some fragility)
Rarity	Species or Habitat TOTAL Level of protection 26 Uniqueness Score	IV (Some rare components involved)
Size	Area en hectares Approx. 24 hectares	III (Moderate extension in this context)
Diversity	84 plant species. Species per hectare: 3.5. Relevant score: 2 At least 3 dominant plant communities. Community per hectare: 0.125. Relevant score: 3	III (Some notable diversity components)
Potential value	Sum of scores 5. Would be a unique component in the local landscape matrix. 1 Could provide a green corridor function. 2 Could provide excellent opportunities for nature conservation education, due to its biodiversity and location. 1 Sum of scores: 4	III (Some important potential value components)
Position within the Ecological/Geographical Unit	Bordered on one side by a main road, there exist few other boundaries that cause to separate the area from the surrounding landscape matrix, which extends far beyond the Palma Beach System. While most of this matrix is agricultural land, Son Verí includes a torrential stream which provides connectivity with the area around the Puig de Randa.	II (High potential to be united to the wider landscape matrix)
Representativeness	The habitats found here are those usually associated with Mediterranean scrubland landscapes and as such are considered to be very typical. However, as they are principally the result of the anthropogenic degradation of <i>Quercus</i> forests, their presence is relatively recent, dating back to 5 000 years maximum.	II (Some important typical components)

Annex 2. Evaluation of the biodiversity value of on Verí 1 according to the Ratcliffe criteria (1977).
Annex 2. *Avaluació de Son Verí 1 d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Son Verí 1	Score
Recorded history	First mention of Son Verí dates back to the year 1563 when the site was referred to as part of a much larger traditional farm holding with the same name. There is some historical inventory of farm animals and crops managed on the land. (Font, 1972)	IV (Some documentation available about recent history)
Naturalness	High level of human influence. 1 Medium number of native species. 2 High level of degradation. 1 Sum of scores: 4	III (Some notable natural components)
Intrinsic Appeal	Some habitats of emblematic value. 2 Some species of emblematic value. 2 No problematic species. 3 High aesthetic value. 3 High socio cultural interest in site due to location. 2 Sum of scores: 12	II (Important intrinsic appeal)
TOTAL		30

Annex 3. Evaluation of the biodiversity value of Son Verí 2 according to the Ratcliffe criteria (1977).
Annex 3. *Avaluació de Son Verí 2 d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Son Verí 2	Score
Fragility	The area suffers recreational pressure. 2 Presence of invasive species. 1 Sum of scores: 3	IV (Fragile)
Rarity	No rare components found	V (No rare species or habitats present)
Size	Area en hectares Approx. 59 hectares	II (Reasonably sized extension in this context)
Diversity	Could provide a green corridor function. 1 Could provide excellent opportunities for nature conservation education, due to its biodiversity and location. 1 Sum of scores: 2	IV (Some important potential value)
Potential value	Bordered on three sides by roads, a housing urbanisation and a sports centre, the area has little direct connection with the surrounding landscape matrix although two underground concrete tunnels connect Son Verí 1 and 2.	III (Potential to be united to the wider landscape matrix)
Position within the Ecological/Geographical Unit	The habitats found here are those usually associated with Mediterranean scrubland landscapes and as such are considered to be very typical. However, as they are principally the result of the anthropogenic degradation of <i>Quercus</i> forests, their presence is relatively recent, dating back to 5 000 years maximum.	IV (Some typical components)
Representativeness	Could provide a green corridor function. 1 Could provide excellent opportunities for nature conservation education, due to its biodiversity and location. 1 Sum of scores: 2	IV (Some important potential value)

Annex 3. Evaluation of the biodiversity value of on Verí 1 according to the Ratcliffe criteria (1977).
Annex 3. *Avaluació de Son Verí 1 d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Son Verí 2	Score
Recorded history	First mention of Son Verí dates back to the year 1563 when the site was referred to as part of a much larger traditional farm holding with the same name. There is some historical inventory of farm animals and crops managed on the land (Font, 1972).	IV (Some documentation available about recent history)
Naturalness	High level of human influence. 2 Medium number of native species. 2 High level of degradation. 3 Sum of scores: 7	III (Some notable natural components)
Intrinsic Appeal	Some habitats of emblematic value. 2 Some species of emblematic value. 2 Presence of problematic species such as numerous invasive species. 1 High aesthetic value. 1 High socio cultural interest in site due to location. 3 Sum of scores: 9	III (Some notable intrinsic appeal)
TOTAL		36

Annex 4. Evaluation of the biodiversity value of Torrent des Jueus according to the Ratcliffe criteria (1977).

Annex 4. *Avaluació de Torrent des Jueus d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Son Verí 2	Score
Fragility	The area suffers recreational pressure. 1 Presence of invasive species. 2 Sum of scores: 3	III (Fragile)
Rarity	No rare components found	V (No rare species or habitats present)
Size	Area en hectares Approx. 28 hectares	IV (Reasonably small extension in this context)
Diversity	80 plant species. Species per hectare: 2.857. Relevant score: 2 At least 2 dominant plant communities. Community per hectare: 0.07. Relevant score: 2 Sum of scores 4.	III (Some notable diversity components)
Potential value	Could provide a green corridor function. 2 Could provide excellent opportunities for nature conservation education, due to its biodiversity and location. 2 Sum of scores: 4	III (important potential value)
Position within the Ecological/Geographical Unit	While bordered by urbanisations, thus limiting connectivity within the Palma beach system, the upper tract of the torrent connects to the lower reaches of the Puig de Randa.	II (High potential to be united to the wider landscape matrix)

Annex 4. Evaluation of the biodiversity value of on Verí 1 according to the Ratcliffe criteria (1977).

Annex 4. *Avaluació de Son Verí 1 d'acord amb els criteris Ratcliffe (1977).*

Criteria	Son Verí 2	Score
Representativeness	Despite being a torrent, there exists little of the vegetation normally associated with this habitat. A high number of invasive species are present and this combined with the large number of common nitrophilic species means that this zone maintains little that could be termed typical..	V (No typical components)
Recorded history	Some information available in local history documentation (Promallorca, 1991).	IV (Some documentation available about recent history)
Naturalness	High level of human influence. 1 Medium number of native species. 2 High level of degradation. 0 Sum of scores: 3	IV (Few natural components)
Intrinsic Appeal	Some habitats of emblematic value. 1 Some species of emblematic value. 1 Presence of problematic species such as numerous invasive species. 1 High aesthetic value. 2 High socio cultural interest in site due to location. 3 Sum of scores: 8	III) (Some notable intrinsic appeal)
TOTAL		36

Ictiofauna del Pliocè del barranc de sa Talaia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental). Implicacions paleoambientals

Guillem MAS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Mas, G. 2010. Ictiofauna del Pliocè del barranc de sa Talaia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental). Implicacions paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 43-70. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'estudien les restes fòssils de peixos, trobades al Pliocè del barranc de sa Talaia, situat al NW de la conca sedimentària de Palma (Mallorca). A partir de les característiques paleontològiques, actualisme biològic i entorn geològic, es realitza una aproximació paleoecològica que ens indica l'existència d'un paleoambient de plataforma litoral, desenvolupat sota un clima de caire temperat durant el Pliocè mitjà.

Paraules clau: *Pisces, Paleoecologia, Pliocè mitjà, Mallorca, Mediterrània occidental.*

ICHTHYOFAUNA FROM THE PLIOCENE OF THE SA TALAIA RAVINE (MALLORCA, BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). PALAEOENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. The fossil remains of fish contents of the Pliocene formations of the sa Talaia ravine in the NW of the sedimentary basin of Palma (Mallorca) are studied. Paleontological characteristics, biological actualism and geological environment are analysed, to provide a paleoecological approach to the environments where the ichthyofauna is developed. Paleoecological approach indicates the existence of a coastal paleoenvironment platform, developed under a temperate climate during the middle Pliocene.

Keywords: *Pisces, Paleoecology, middle Pliocene, Mallorca, Western Mediterranean.*

Guillem MAS, Societat d'Història Natural de les Illes Balears. C/ Margarida Xirgu, 16 baixos. 07012 Palma. Mallorca. Illes Balears. e-mail: masgornals@gmail.com

Recepció del manuscrit: 15-jun-10; revisió acceptada: 03-set-10

Introducció

A les Illes Balears han estat nombrosos els treballs dedicats a la ictiologia fòssil del Neogen (vegeu relació exhaustiva in Mas, 2000, 2005; Mas i Fiol, 2009). Malgrat això, pel que fa la fauna ictiològica de les formacions del Pliocè mitjà – superior, aquesta només ha estat tractada per Mas (2000; 2003).

La disponibilitat de nou i significatiu material ictiològic de les formacions del Pliocè de Mallorca, ens permet aprofundir en l'estudi de l'evolució soferta per la ictiofauna de la Mediterrània occidental durant l'època pliocena; així com, establir inferències paleoecològiques sobre l'ambient on es va desenvolupar aquesta fauna. Així doncs el present treball presenta, analitza i discuteix el registre

paleontològic del jaciment del Pliocè del barranc de sa Talaia.

Jaciment

Els exemplars estudiats en aquest treball provenen d'un únic jaciment ubicat al barranc de sa Talaia, a la part del torrent situada dins del terme municipal de Palma a l'illa de Mallorca (Fig. 1a).

El jaciment es situa seguint una balma, d'uns 90 m de longitud, que forma part de l'espadat oest del tram meandritzant més proper a la terminació penjada del barranc (Fig. 1b), coincidint amb la part superior del final de la zona militar (destacament de Pontiró) ubicada a l'interior del canyó. Les coordenades del jaciment són N 39°35,76'; E 2°49,06'; z: 95 m (UTM: 31S 484350 4383017).

Geomorfologia

El barranc de sa Talaia constitueix el

canal difunt d'una xarxa hidrogràfica relict que mossega profundament, amb direcció principal W – SW, l'escaló neogen que tanca el pla de Palma pel seu llindar amb l'altiplà o planell de Lluçmajor (Rosselló, 1998).

Encara que Rosselló (1998) atribueix l'encaixament del barranc de sa Talaia dins del planell escullós miocènic (Pomar i Ward, 1995), el barranc realment s'encaixa dins dels sediments del Pliocè i Quaternari.

Aquest barranc, accentua el tret meandritzant just abans de la seva terminació penjada i devia morir a la desapareguda albufera del prat de Sant Jordi o bé s'escampava abans d'arribar-hi, però avui empalma amb la canalització realitzada per a la bonificació del segle XIX (Rosselló, 1998). L'eustatisme, de la regressió finipliocena i amb rebliment de la conca sedimentària de Palma, l'arrelisme generalitzat d'arrel climàtica i/o litològica, així com la neotectònica –alçament o basculament del planell de Lluçmajor– haurien provocat la “fossilització” d'aquesta xarxa relict.

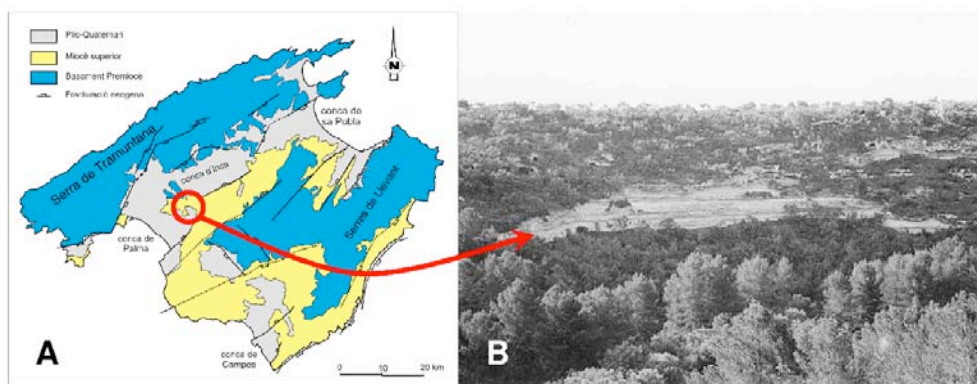


Fig. 1. A. Situació del jaciment del Pliocè del barranc de sa Talaia en relació al mapa geològic de Mallorca; B. Vista general del jaciment del barranc de sa Talaia.

Fig. 1. A. Location of the Pliocene deposits of the Sa Talaia ravine on the geological map of Mallorca; B. Overview of the site of Sa Talaia ravine.

Cronostratigrafia

El jaciment s'inclou dins de les formacions descrites com a *Seqüència de Búger – St. Jordi (TP.2)* (Simó i Ramón, 1986) que es correspon amb el *Pliocè marí de Lluçmajor* (Colom *et al.*, 1968; Cuerda *et al.*, 1969); amb les *Calcarenites de St. Jordi* i part superior de les *Calsisiltites de Son Mir* (Barón i Pomar, 1978; Pomar *et al.*, 1983) i el tram superior de la *Unitat deposicional Pliocena* (Alvaro *et al.*, 1984), així com a la unitat 22 del full 698 (38-27) i unitat 12 del full 699 (39-27) del MAGNA (ITGE, 1991), que voreja la conca sedimentària de Palma. Localment la seqüència estratigràfica està composta de base a sostre:

- a) A partir de la base de l'encaixament del canyó del barranc (60 m s.n.m), la seqüència s'inicia amb un tram inferior format per 30-40 m de margues de color blanc groc, molt limolítiques, massives i bioturbades, en ocasions laminades i més arenoses als nivells superiors. Es caracteritzen per la presència d'*Amusium*, *Dentalium* i foraminífers. Al fons dels canyó aquest tram es presenta reblert pels materials transportats pel torrent, conjuntament amb altres materials despresos o disgregats de les vores espadades del mateix barranc.
- b) Biocalcarenites grogues amb intercalacions de nivells calcilutítics bioturbats. El límit amb el tram inferior el constitueix un trànsit gradual. Els nivells arenosos superiors presenten intercalacions de nivells d'ordre decimètric a hemimètric d'acumulació d'organismes fòssils, de tipus falúnic, que presenten continuïtat lateral subhoritzontal i contenen equinoderms (*Schizaster*), ostrèids (*Ostrea*,

Neopycnodonte), pectínids (*Pecten*, *Chlamys*), *Dentalium*, motlles de bivalves i gasteròpodes, balànids, peixos i restes de mamífers marins (10-15 m).

- c) Calcarenites bioclàstiques que presenten elevada porositat a l'estar constituïdes essencialment per una lumauella massiva de motlles de bivalves (*Panopea*), ostrèids i gasteròpodes (3-5 m).
- d) Calcarenites eòliques amb intercalació de nivells edàfics (paleosòls). Presenten estratificació encreuada i abundant bioturbació per arrels. A sostre formen abundants coves de dissolució (10-15 m).
- e) Corona la seqüència un conjunt d'eolianites pliocèniques de base erosiva i discordant sobre el tram anterior, dipositades ja sobre els cingles del barranc i antuvi explotades en forma de pedrera per a l'extracció de marès (5-8 m).

Recentment s'ha pogut identificar un nou jaciment (Morey i Mas, 2009), posat al descobert coincidint amb el naixement d'un dels col·lectors superiors del torrent del barranc de sa Talaia, el contacte inferior dels materials pliocens que es situen de forma erosiva sobre el Complex Carbonàtic Terminal finimiocè (Esteban, 1979) amb presència d'estromatòlits molt diagenitzats i biofàcies restringides, força semblat al contacte estudiat per Mas i Fornós (2006) a la zona de Campos. La totalitat de la fauna ictiològica objecte d'estudi del present treball a estat recollida dins el tram b).

En conjunt es tracta d'una seqüència marina granocreixent amb influències continentals, que es pot interpretar com a dipòsits de tipus deltaic (sistema deltaic) i litoral que evolucionen a platges i nivells eòlics.

Nivells d'acumulació falúnics com els que s'observen al tram b), han estat interpretats al Pliocè del Baix Llobregat com una conseqüència d'algun fenomen brusc tipus tormentites (Mañé i Abad, 1998), encara que en el cas concret del barranc de sa Talaia si tenim en compte: a) la disposició local subparal·lela amb continuïtat lateral d'aquests nivells, b) l'alt grau de rodament i fragmentació dels fòssils que contenen, i c) la proximitat amb el pla de falla de Sencelles – Sta. Eugènia (atesa la localització feta per Silva *et al.* (2001; 2005), el jaciment es situaria a menys d'un km de l'epicentre del terratrèmol comunicat per Bouvy (1851; 1853); podrien constituir nivells de platja mesolitorals corresponents a successius moviments de reajustament isoeustàtics (basculament i/o enfonsament) de la plataforma sedimentària de Lluçmajor, el que hauria permès que la mar anés guanyant domini contrarestant (per immersions successives) la regressió pliocena sincrònica.

Pel seu contingut micropaleontològic es pot atribuir els nivells limolítics amb *Amusium* al Pliocè inferior (Colom, 1980; 1985; ITGE, 1991), corresponent els nivells arenosos més superiors al Pliocè mitjà - superior. Per la seva posició estra-tigràfica els nivells eòlics superiors corres-ponen a nivells finipliocens i quaternaris (Plistocè inferior).

Metodologia

A partir de l'anàlisi de les característiques paleontològiques i afinitats taxonòmiques de la fauna descrita (Taula 1), tenint en compte les característiques estratigràfiques i litològiques dels dipòsits que la contenen, es realitza una aproximació paleoecologia als ambients en

que es va desenvolupar d'ictiofauna estudiada.

Cada ambient imprimeix un determinat caràcter a la biocenosi que en ell prospera, i en virtut del principi de l'actualisme, podem procedir en ordre invers, deduint les condicions paleoecològiques a partir de la comparació dels caràcters de les espècies fòssils amb els dels seus representants actuals (Meléndez, 1998). Aquest procediment es veu especialment facilitat si treballem a nivells taxonòmics pròxims (afinitat taxonòmiques) i confrontem els resultats amb altres criteris de caire biològic i/o geològic (Roger, 1980; Mas, 2000).

Mostreig i classificació

La totalitat del material estudiat ha estat recuperat a prospeccions efectuades entre els anys 1998 i 2008. S'ha procedit a la recollida de totes les restes ictiològiques mínimament classificables.

En el recull de mostres paleo-ictiològiques i la seva classificació s'han obviat els microfòssils (otòlits), tenint en compte bàsicament les restes dentàries, així com també algunes d'òssies.

Per a l'ordenació i classificació sistemàtica dels tàxons citats, s'ha utilitzat com a referència el model FNAM-UNESCO proposat per Whitehead *et al.* (1984-1986); tenint en compte bàsicament els representants actuals dels tàxons analitzats.

Revisió bibliogràfica

Pel que fa a la sinonímia i localitats referents a cada una de les espècies, només es relacionen les que inclouen representació gràfica i/o descripció suficient dels exemplars citats. Donat que la majoria d'espècies referides es troben suficientment descrites i/o representades pels autors citats, remetem la descripció morfològica de les mateixes a les obres referenciades.

Per a la determinació de l'autoecologia i noms dels representats actuals s'han consultat: Bauchot i Pras (1993), Corbera *et al.* (1998), Duran (2007), Froese i Pauly (2008), Golani *et al.* (2001), Lloris i Contreras (1996), Luther i Fielder (1968), Mas i Canyelles (2000) i Riera *et al.* (1993; 1995). Per a la determinació i autoecologia dels condriactis fòssils s'han consultat bàsicament Capetta (1987) i Bourdon (1996-2008).

Anàlisi i tractament de variables

A partir de la composició quantitativa del material recuperat i tenint en compte

l'autoecologia dels representants actuals més afins taxonòmicament a la fauna estudiada, s'analitzen un total de 5 variables paleoambientals: temperatura, batimetria, substrat, salinitat i adaptació tròfica.

Pera cada variable s'obtenen uns indicadors indexats que ens proporcionen una aproximació a cada un d'aquests aspectes paleoambientals.

Cada variable estudiada ve definida per varies categories específiques (vegeu Taula 2). Per a cada tàxon i dins cada una de les variables, cada categoria específica (al no ésser aquestes excloents entre sí) pot assolir des d'un valor màxim igual a les *n*

Taxa	Exemplars	Descripció
<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	12	dents i fragments
<i>Isurus</i> sp.	2	fragments de dent
<i>Galeorhinus</i> sp.	1	dent
<i>Carcharhinus egertoni</i> (Agassiz, 1843)	19	dents i fragments
<i>Carcharhinus</i> spp.	16	dents i fragments
<i>Rhizoprionodon fisheuri</i> (Joleaud, 1912)	38	dents i fragments
<i>Squatina</i> sp.	4	dents
<i>Rhinobatos</i> sp.	2	dents
<i>Raja</i> sp.	2	dents mascle
<i>Dasyatis cavernosa</i> (Probst, 1877)	14	12 dents femella + 2 dents mascle
<i>Myliobatis</i> sp.	10	dents i fragments placa mastegadora
<i>Aetobatus</i> sp.	5	dents i fragments placa mastegadora
<i>Rhinoptera</i> sp.	40	dents i fragments placa mastegadora: 34 centrals + 6 laterals
<i>Dentex</i> cf. <i>fossilis</i> Jonet, 1975	2	caniniformes
<i>Pagellus</i> sp.	6	caniniformes
<i>Diplodus</i> cf. <i>vulgaris</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	2	incisius
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	23	molariformes arronyonats
<i>Pagrus caeruleosticus</i> Valenciennes, 1830	94	75 molariformes + 18 caniniformes + 1 fragment ossi alveolar
<i>Pagrus mauritanicus</i> Arambourg, 1927	7	5 molariformes + 2 caniniformes
<i>Pagrus</i> sp.	8	caniniformes
<i>Sphyræna</i> cf. <i>olisiponensis</i> Jonet, 1966	5	dents
<i>Tetodon</i> cf. <i>lecoinae</i> Leriche, 1957	7	plaques mastegadores
Pleurotremata (indeterminat)	7	fragments de dent
Hypotremata (indeterminat)	34	24 fragments dents placa mastegadora + 10 fragments fiblons caudals
Sparidae (indeterminat)	21	petites dents
Teleostea	5	vertebres
TOTAL	386	

Taula 1. Material recuperat (quantificació i descripció).

Table 1. Recovered material (quantification and description).

GÈNERE	Freq.		Temperatura			Batimetria					Substrat				Salinitat					
						Bentònic		Pelàgic												
	Absoluta	Relativa (%)	Tropical	Subtropical	Temperat	Fred	Litoral	Plataforma	Talus	Neritic	Oceanic	Detritic	Rocós	Algalls	Corall	Normal	Salobre	Malacofag	Piscivor/necròs	Herbivor
<i>Pargus</i>	112	5	6.6	6.6	6.6		12.5	12.5				6.6	6.6	6.6		10.0		7.5	7.5	
<i>Rhinoptera</i>	40	4		8.0	8.0		10.0			10.0		16.0				4.0	4.0	12.0		
<i>Rhizoprionodon</i>	38	4	8.0	8.0			10.0	10.0				4.0	4.0	4.0	4.0	8.0			12.0	
<i>Carcharhinus</i>	35	4		8.0	8.0		6.6	6.6		6.6		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		12.0	
<i>Sparus</i>	23	4		8.0	8.0		10.0	10.0				8.0		8.0		4.0	4.0	12.0		
<i>Dasyatis</i>	14	3	6.0	6.0			7.5	7.5				12.0				3.0	3.0	9.0		
<i>Carcharias</i>	12	3		6.0	6.0		15.0					12.0				6.0			9.0	
<i>Myliobatis</i>	10	3	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0		5.0		12.0				6.0		9.0		
<i>Tetrodon</i>	7	2	8.0				5.0	5.0				4.0	4.0			4.0		3.0	3.0	
<i>Pagellus</i>	6	2		4.0	4.0		5.0	5.0				4.0	4.0			4.0			6.0	
<i>Aetobatus</i>	5	2	4.0	4.0			3.3	3.3		3.3		8.0				2.0	2.0	3.0	3.0	
<i>Sphyræna</i>	5	2		4.0	4.0					10.0		4.0			4.0	4.0			6.0	
<i>Squatina</i>	4	2			8.0		5.0	5.0				4.0		4.0		2.0	2.0	6.0		
<i>Dentex</i>	2	1			4.0		2.5	2.5				1.3	1.3	1.3		2.0			3.0	
<i>Diplodus</i>	2	1		2.0	2.0		2.5	2.5				1.3	1.3	1.3		2.0		1.0	1.0	1.0
<i>Isurus</i>	2	1	1.3	1.3	1.3					2.5	2.5					2.0			3.0	
<i>Raja</i>	2	1			4.0		1.6	1.6	1.6			4.0				2.0		3.0		
<i>Rhinobatos</i>	2	1		2.0	2.0		2.5	2.5				4.0				2.0		3.0		
<i>Galeorhinus</i>	1	1		4.0			1.6	1.6		1.6		4.0				1.0	1.0	1.5	1.5	
INDEX f-p			37	75	69	3	106	81	2	39	3	113	25	29	12	72	20	70	67	1

Taula 2. Índex (f-p) de freqüència – preferència.**Table 2.** Index (f-p) frequency – preference.

categories possibles d'aquesta variable (en el cas de que els representants actuals del tàxon es distribueixin únicament dins de l'ambient corresponent a aquesta categoria) fins un valor mínim d'1 (en el cas de que els representants actuals del tàxon es distribueixin per igual per tots els ambients corresponents a totes les categories possibles de la variable en qüestió). S'assigna un valor nul (0) en el cas de que no hi hagi relació d'una categoria amb el tàxon.

Així, per exemple, en el cas de *Sparus* i en relació a la variable *substrat* (que té 4 possibles categories: *detrític*, *rocós*, *algals* i *corall*) al tenir com a hàbitat preferent dues de les possibles categories (*detrític* i *algals*) se li assigna un valor de 2,0 a cada una en la que és present actualment; en canvi *Carcharias*, en relació a la mateixa variable *substrat*, al tenir com a hàbitat preferent una única categoria (*detrític*) se li assigna

un únic valor de 4,0 (igual a les *n* categories possibles d'aquesta variable) dins d'aquesta única categoria a la que és present.

Per altra banda, i tenint en compte possibles limitacions derivades de les fórmules dentàries ja que el nombre de dents ens dona tan sols una imatge aproximada del nombre d'individus, cada valor anteriorment obtingut, ha estat ponderat segons la freqüència relativa del gènere dins del total del material recuperat, segons els següents valors de ponderació: *molt rar* = 1, *rar* = 3, *freqüent* = 4 i *molt freqüent* = 5. Així, i continuant amb els exemples anteriors, els valors 2,0 assignats a *Sparus* a les categories *detrític* i *algals*, són ponderats per 4 per considerar-se aquest gènere com a *freqüent*; de la mateixa manera que al gènere *Carcharias*, l'únic valor 4,0 assignat a la categoria *detrític*, és ponderat per 3 al considerar-se el gènere com a *no rar*.

Finalment, a partir del sumatori de tots els valors obtinguts dins cada categoria, obtenim el que denominem *índex f-p* o *índex de freqüència-preferència* (Taula 2) per a cada una de les diferents categories que conformen cada una de les variables estudiades (Mas, 2000; Mas i Fiol, 2009).

En les ocasions en les que és possible, les dades derivades de l'anàlisi d'aquest índex són complementades amb l'aportació d'altres dades o indicadors qualitius de tipus biològic i geològic que ens permetin arribar a unes conclusions finals coherents.

Tafonomia i material recuperat

La distribució i nombre del material recuperat són els que vénen expressats a la Taula 1. Excepcions fetes de varis fragments de fibló caudal corresponents a batoïdeus i d'algunes vèrtebres de teleostis, tots els altres exemplars es corresponen amb restes dentàries (dents o fragments de les mateixes) de les espècies estudiades.

Paleontologia sistemàtica i actualisme biològic

a) Classe CHONDRICHTHYES:

Família: ODONTASPIDAE

Gènere: *Carcharias* Rafinesque, 1810

Carcharias taurus Rafinesque, 1810 (Fig. 2: C)

- 1919 *Odontaspis elegans* Agassiz: Gómez-Llueca; p. 27; L. IX: 3-6bis
 1919 *Odontaspis dubia* Agassiz: Gómez-Llueca; p. 27; L. VIII: 8-9, IX: 1-2
 1919 *Odontaspis contortidens* Agassiz: Gómez-Llueca; p. 26; L. VIII: 10-13
 1934 *Odontaspis dubia* Agassiz: Rocabert; p. 90; L. III: 42-43
 1934 *Odontaspis elegans* Agassiz: Rocabert; p. 89; L. III: 39-41
 1934 *Odontaspis contortidens* Agassiz: Rocabert; p. 88; L. III: 31-38
 1934 *Odontaspis acutissima* Agassiz: Rocabert; p. 86; L. III: 21-26

- 1949a *Odontaspis acutissima* Agassiz: Bauzá; p. 205; L. XV: 3-4
 1949c *Odontaspis acutissima* Agassiz: Bauzá; p. 447; L. XXXI: 3-5
 1955 *Odontaspis acutissima* Agassiz: Bauzá i Imperatori; p. 95; L. XVI: 11-19
 1961a *Odontaspis acutissima* Agassiz: Bauzá; p. 3; Fig. p. 2
 1962 *Odontaspis (Synodontaspis) acutissima* Agassiz: Bauzá i Mercadal; p. 154; L. I: 1-2
 1963 *Odontaspis (Synodontaspis) acutissima* Agassiz: Bauzá *et al.*; p. 229; L. VII: 4-13, VIII: 6-1
 1964 *Odontaspis acutissima* Agassiz: Bauzá; p. 202 (descriu)
 1973 *Odontaspis (Synodontaspis) acutissima* Agassiz: Bauzá i Plans; p. 76; L. IV: 28-30
 1973 *Odontaspis (Synodontaspis) acutissima* Agassiz: Obrador i Mercadal; Fig. 3: 2
 1975 *Odontaspis acutissima* Agassiz: Colom; p. 476; Fig. 200: 3-4
 1978 *Odontaspis acutissima* Agassiz: Bauzá; p. 374; L. XXII: 63-66
 1996 *Odontaspis taurus* (Rafinesque): Mañé *et al.*; p. 24; L. I: 15-21
 2000 *Odontaspis taurus* (Rafinesque): Mas; p. 47; Fig. 8: 5
 2002 *Carcharias cf. taurus* Rafinesque: Mas i Fiol; p. 109; Fig. 4: 5
 2003 *Carcharias cf. taurus* Rafinesque: Vicens i Rodríguez-Perea; p. 124; Fig. 4: 1
 2009 *Carcharias cf. taurus* Rafinesque: Mas i Fiol; Lám. 1: g

Localitats. Present al Miocè de Mallorca (Muro, Lluçmajor, Pollença), Menorca (Sant Lluís), Catalunya (Montjuïc, Pobla de Montornès, Torredembarra, Vilaseca de Solcina, Sant Sadurn d'Anoia i Gelida) i Còrdova; així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla, Lluçmajor), Catalunya (El Papiol i Sant Vicenç dels Horts) i de Màlaga (Tejares).

Consideracions taxonòmiques. En el cas dels exemplars estudiats en aquest treball, la cúspide principal de forma estreta i sigmoïdal ben pronunciada, la presència de plects a la cara lingual fortament marcats, grollers i irregulars, així com l'existència d'un sol parell de denticles laterals en tots els casos, ens permet una determinació

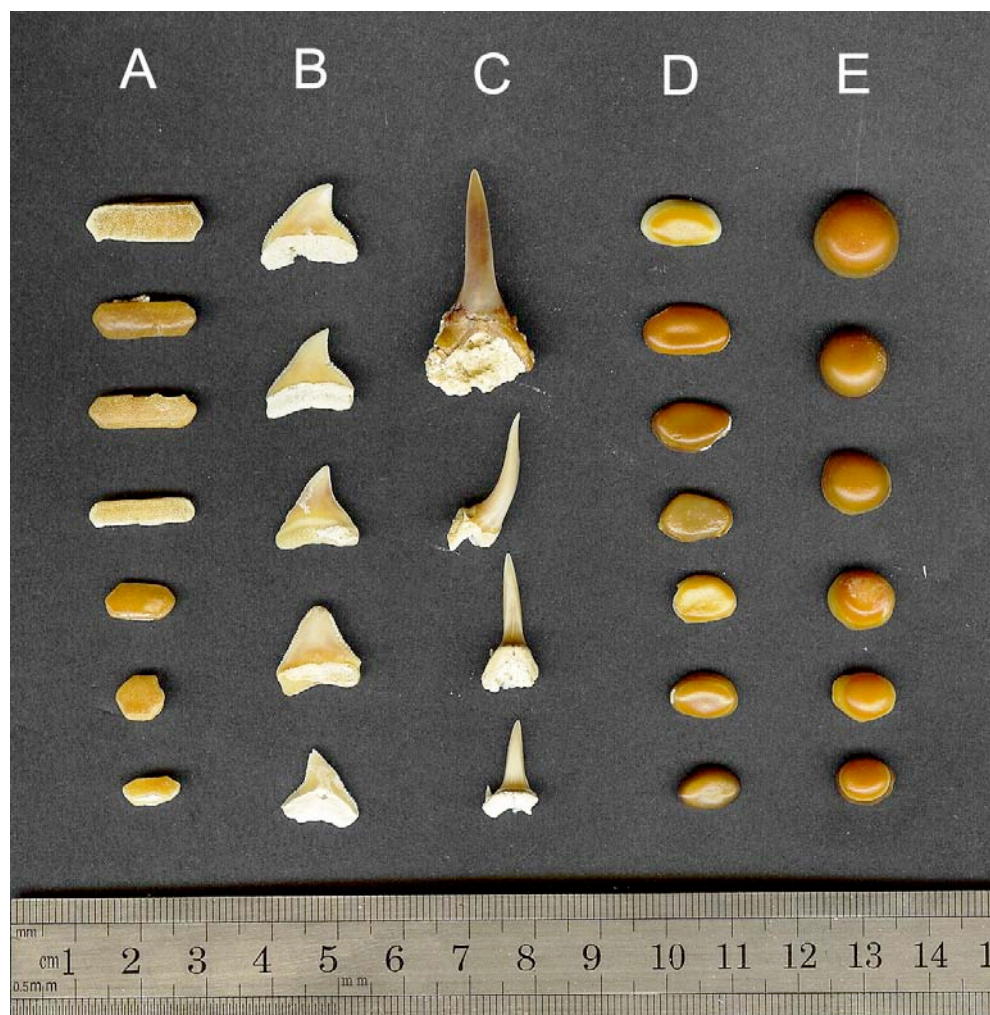


Fig. 2. A. *Rhinoptera* sp.; B. *Carcharhinus egertoni* (Agassiz, 1843); C. *Carcharias taurus* Rafinesque, 1810; D. *Sparus aurata* Linnaeus, 1758, molariformes; E. *Pagrus caeruleostictus* (Valenciennes, 1830), molariformes.

Fig. 2. A. *Rhinoptera* sp.; B. *Carcharhinus egertoni* (Agassiz, 1843); C. *Carcharias taurus* Rafinesque, 1810; D. *Sparus aurata* Linnaeus, 1758, molariformes; E. *Pagrus caeruleostictus* (Valenciennes, 1830), molariformes.

diferencial específica de *Carcharias cuspidata* (Agassiz, 1843).

Per motius d'estricta prioritat i davant la dificultat de diferenciació de les dents de l'espècie actual *C. taurus*, s'ha optat per la

substitució de la ja clàssica denominació específica *Odontaspis acutissima* Agassiz, 1844 (inclosa tota la seva àmplia sinonímia) per la denominació de l'espècie actual *C. taurus* (ICZN, 1987).

Autoecologia. Actualment *C. taurus* [Tiburón o pez toro (Cast.)] és una espècie poc comuna al Mediterrani, essent més abundant en aigües de Sud-àfrica; se'l troba normalment sobre fons arenosos litorals a menys de 70 m de profunditat. Amb un règim tròfic variat, que caça mitjançant certa tàctica de grup. Canibalisme intra-uterí. Molt agressiu, pot atacar sense provocació. Es creu que engoleix arena per tal d'augmentar el seu pes.

Família: LAMNIDAE

Gènere: *Isurus* Rafinesque, 1810

***Isurus* sp.**

Localitats. Es tracta d'un gènere molt comú i abundant als dipòsits nerítics del Neogen Balear i de Catalunya, amb una àmplia distribució fòssil vertical i horitzontal (Mas, 2003).

Consideracions taxonòmiques. Dins de l'àmplia sinonímia de l'espècie *Isurus hastalis* (Agassiz, 1843) al Neogen de Catalunya i de les Illes Balears (vegeu relació sota distintes denominacions a Mas, 2000) cal fer referència a la inclusió d'alguns exemplars que realment es corresponen amb a l'espècie *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810. A la majoria dels casos, caldria un estudi més acurat dels diferents exemplars representats per poder arribar a una distinció mínimament fiable d'ambdues espècies. Per altre part, aquest inconvenient, es complica tenint en compte les actuals discussions sobre la sinonímia establerta a partir d'una possible heterodòncia diagnàtica o deguda a diferents estats de desenvolupament ontogènic d'una mateixa espècie; així com la dificultat d'establir els trets diferencials o filogènesi d'aquestes dues espècies.

En aquest aspecte es poden consultar els treballs de Bauzá (1947; 1948), Antunes i Jonet (1970) i Mañé *et al.* (1996). Mas

(2003) destaca la diferenciació d'alguns exemplars atribuïts al gènere *Isurus*, que realment es corresponen amb l'espècie *Parotodus benedeni* (Le Hon, 1871), família Otodontidae.

El mal estat dels pocs exemplars estudiats al present treball n'impedeixen una determinació específica.

Autoecologia. *I. oxyrinchus* [Solraig ver, llúdrria (Bal.-Cat.); Marrajo (Cast.)] és actualment una espècie cosmopolita bastant comuna a les costes europees. Epipelàgic, sol nedar a la superfície (amb les aletes dorsal i caudal fora de l'aigua) o prop d'ella i rares vegades s'apropa a la costa. Molt voraç, s'alimenta de calamars i principalment d'escòmbrids. D'hàbits solitaris és molt ràpid perseguint bancs de peixos i cefalòpodes.

Família: TRIAKIDAE

Gènere: *Galeorhinus* Blainville, 1816

***Galeorhinus* sp.**

(Fig. 3: D,E)

Localitats. El gènere *Galeorhinus* ha estat descrit al Miocè de Catalunya (Pobla de Montornès i Montjuïc) així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla) i de Catalunya (Baix Llobregat) (Rocabert, 1934; Bauzá, 1949a; 1964; 1978; Bauzá i Plans, 1973; Mañé *et al.*, 1996).

Consideracions taxonòmiques. Sovint descrit sota les denominacions sinònimes de *Galeus* o *Eugaleus*, principalment pel que fa a les referències més antigues.

Autoecologia. L'actual *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758) [Ca marí (Bal.-Cat.); Cazón (Cast.)] és una espècie pràcticament cosmopolita, amb preferències subtropicals, que viu preferentment sobre fons fangosos, d'arena i grava. Espècie bentònica epipelàgica (20 – 400 m) que pot estar present a estuaris, llacunes i aigües salobres. Predador oportunista, es nodreix

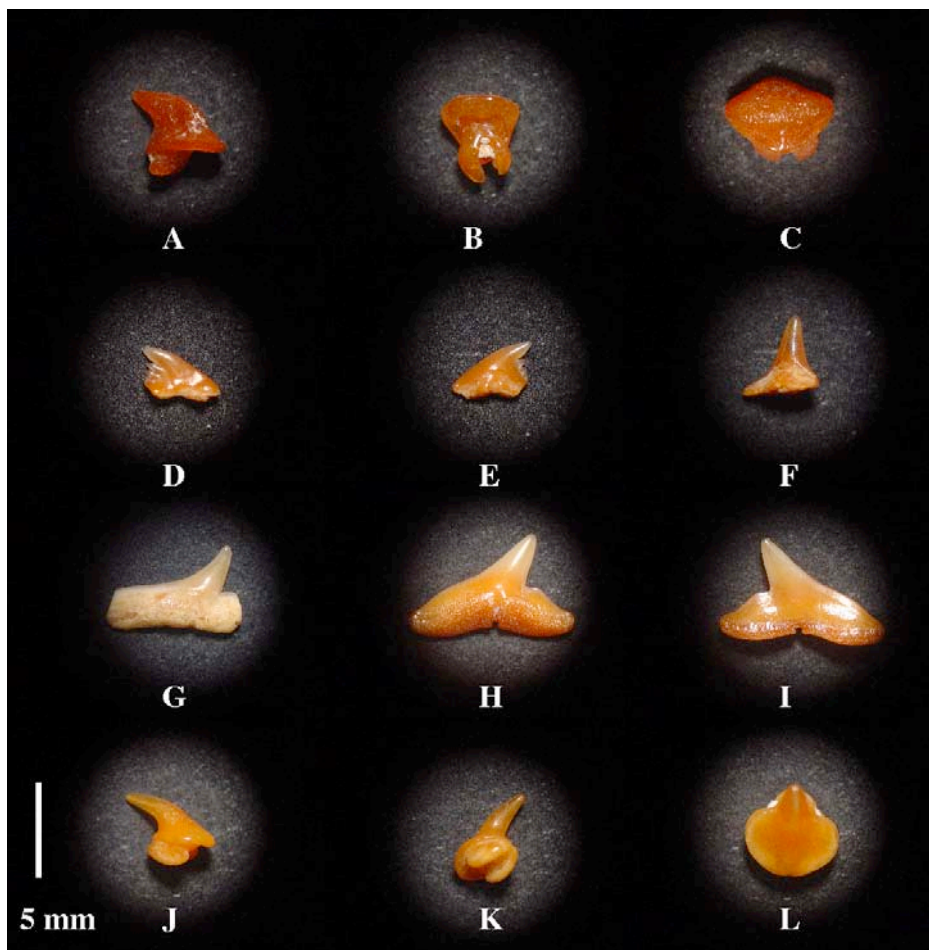


Fig. 3. A-B-C: *Dasyatis cavernosa* (Probst, 1877), A, correspon a un exemplar mascle, B-C, corresponen a exemplars femelles; D-E: *Galeorhinus* sp.; F: *Squatina* sp.; G-H-I: *Rhizoprionodon fischeuri* (Joleaud, 1912), destacant l'heterodòncia diagnàtica, G, dent de la mandíbula inferior, H-I, dents de la mandíbula superior; J-K-L: *Raja* sp.

Fig. 3. A-B-C: *Dasyatis cavernosa* (Probst, 1877), A, corresponds to a male, B-C, corresponding to female specimens; D-E: *Galeorhinus* sp.; F: *Squatina* sp.; G-H-I: *Rhizoprionodon fischeuri* (Joleaud, 1912) highlighting the diagnostic heterodonty, G, lower jaw tooth, H-I, teeth of upper jaw; J-K-L: *Raja* sp.

principalment de peixos, especialment escòmbrids, crustacis i cefalòpodes. D'hàbits gregaris i de costums marcadament migratòries.

Família: CARCHARHINIDAE
Gènere: *Carcharhinus* Blainville, 1816
Carcharhinus ebertoni (Agassiz, 1843)
(Fig. 2: B)

- 1919 *Carcharias* (*Prionodon*) sp.: Gómez-Llueca; p. 29; L. IX: 11-21.
 1934 *Carcharias* (*Prionodon*) sp.: Rocabert; p. 93; L. IV: 11-23.
 1947 *Prionodon* cf. *egertoni* (Agassiz): Bauzá; p. 533; L. XXXVIII: 1-8.
 1949a *Prionodon egertoni* (Agassiz): Bauzá; p. 208; L. XIV: 1-4.
 1955 *Carcharhinus egertoni* (Agassiz): Bauzá i Imperatori; p. 96; L. XV: 8-9.
 1964 *Carcharhinus egertoni* (Agassiz): Bauzá; p. 201 (descriu).
 1978 *Carcharhinus egertoni* (Agassiz): Bauzá; p. 377; L. XX: 10-23.
 1996 *Carcharhinus* (*Prionodon*) *egertoni* (Agassiz): Mañé *et al.*; p. 20; L. I: 1-14.
 2000 *Carcharhinus egertoni* (Agassiz): Mas; p. 48; figs.: 8 i 10: 1.

Localitats. Espècie present al Miocè de Mallorca (Muro i Santa Margalida), Catalunya (Torredembarra, Montjuïc i Vilaseca de Solcina); així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla i Llucmajor), Catalunya (El Papiol, Sant Vicenç dels Horts, Castellbisbal i Molins de Rei) i Màlaga (SALYT.- *Sociedad Anónima de Ladrillos y Tejas*).

***Carcharhinus* spp.**

Localitats. Es tracta d'un gènere molt comú i abundant als dipòsits nerítics del Neogen Balear i de Catalunya, moltes vegades descrit erròniament i/o confús sota les denominacions de *Sphyrna*, *Hipoprion*, *Prionodon*, etc.; per la qual cosa es fa necessària una revisió acurada dels exemplars figurats i/o descrits, principalment pel que fa a les referències més antigues.

Consideracions taxonòmiques. La majoria de restes de dents corresponents al gènere *Carcharhinus* analitzades en aquest treball, corresponen clarament a l'espècie *C. egertoni*. Entre la resta de dents atribuïdes a aquest gènere es poden distingir exemplars corresponents a varis tipus, l'estat dels quals, unit a

l'heterodòncia diagnàtica pròpia d'aquest gènere, en fan difícil la seva determinació específica; si bé un d'aquests tipus s'acosta molt a l'espècie *Carcharhinus priscus* (Agassiz, 1843).

Mañé *et al.* (1996) proporcionen un resum comparatiu dels trets diferencials de *C. egertoni* amb *C. priscus* del Miocè, *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827) i d'altres espècies actuals del gènere.

Autoecologia. Les espècies recents del gènere *Carcharhinus* es distribueixen en aigües tropicals i temperades. Concretament *C. plumbeus* [Tauró gris (Bal.-Cat.); Tiburón/Jaquetón de Milberto (Cast.)], amb una distribució cosmopolita, és freqüent al Mediterrani, especialment a l'Adriàtic. Abundant en aigües de la zona nerítica – litoral (0-50 m), fins i tot salobres. Freqüent a albuferes i llacunes. Molt voraç, s'alimenta de preses vives i detritus de tot tipus, podent arribar al canibalisme. D'enorme vitalitat i resistència, pot seguir caçant i menjant després d'haver sofert greus mutilacions.

Gènere: *Rhizoprionodon* Whitley, 1929

Rhizoprionodon fischeuri (Joleaud, 1912)
 (Fig. 3: G,H,I)

Localitats. És la primera vegada que es cita al gènere a les Illes Balears. Tan sols Bauzá (1978) cita un rar exemplar de *Scoliodon kraussi* Probost al Miocè de Santa Margalida.

Consideracions taxonòmiques. Cal remarcar que degut a la similar morfologia dels tres gèneres actuals *Scoliodon*, *Loxodon* i *Rhizoprionodon*, en moltes ocasions els exemplars de *Rhizoprionodon* són denominats erròniament amb el nom d'aquests altres gèneres. *Rhizoprionodon* presenta una acusada heterodòncia diagnàtica, fet que afavoreix ocasionalment l'atribució a diferents espècies.

Autoecologia. Només un únic exemplar de *Rhizoprionodon acutus* (Rüppell, 1837) ha estat citat al Golf de Tarant a la Mar Jònica (Pastore i Tortonese, 1985). No consta d'altra representant actual del gènere *Rhizoprionodon* al Mediterrani. A l'actualitat el gènere *Rhizoprionodon* està representat per diverses espècies de distribució bàsicament tropical i subtropical, generalment en aigües costaneres, però també menys freqüents sobre la plataforma fins als 500 m. S'alimenta principalment de peixos i invertebrats variats.

Família: SQUATINIDAE

Gènere: *Squatina* Dumeril, 1906

***Squatina* sp.**

(Fig. 3: F)

Localitats. El gènere *Squatina* ha estat citat del Miocè de Mallorca (Portals Vells) i de Catalunya (Montjuïc i Altafulla) així com del Pliocè de Mallorca (Sa Pobla) i de Catalunya (Baix Llobregat) (Rocabert, 1934; Bauzá, 1948; 1949a; 1949c; 1964; 1978; Mañé *et al.*, 1996).

Autoecologia. L'actual *Squatina squatina* (Linnaeus, 1758) [Escat, Àngel (Bal.-Cat); Angelote, Pez ángel (Cast.)] és una espècie bentònica sobre fons arenosos i fangosos que prefereix les aigües superficials entre els 5 i 150 m, podent arribar fins als 400 m de profunditat. Pot aparèixer a praderies de *Posidonia oceanica* a la vegada que també pot suportar les aigües salobres. Present al Mediterrani i a l'Atlàntic oriental, des de Marroc al Mar del Nord, molt comú a les costes africanes i a les Canàries. És sensible als canvis bruscs de temperatura i presenta més activitat durant la nit, però amb moviments lents. De dia es troba enterrada a l'arena o el fang. És un animal molt ximple que es nodreix de peixos bentònics (peixos plans), crustacis i mol·luscs.

Família: RHINOBATIDAE

Gènere: *Rhinobatos* Link, 1790

***Rhinobatos* sp.**

(Fig. 4: C)

Localitats. És la primera vegada que es constata la presència d'aquest gènere a les Illes Balears. Tan sols Bauzá (1978) cita, sense representar-lo, un únic exemplar de *Rhinobatos* sp. al Miocè de Mallorca (Muro).

Autoecologia. Els rinobàtids actuals són batoïdeus bentònics que prefereixen aigües calentes i poc profundes de la plataforma continental. *Rhinobatos rhinobatos* (Linnaeus, 1758) [Guitarra, Peix guitarra (Bal.-Cat.); Pez Guitarra (Cast.)] és una espècie que apareix a aigües temperades i càlides. Present a l'Atlàntic oriental, del Golf de Biscaia al sud d'Angola, i a tota la i a tota la Mediterrània, Mar Negra exclosa. Bentònica i sedentària litoral, de la línia de costa fins als 100 m, en fons arenosos o fangosos. Nedador lent. S'enterra a l'arena parcialment i s'alimenta de petits d'invertebrats bentònics i peixos.

Família: RAJIDAE

Gènere: *Raja* Linnaeus, 1758

***Raja* sp.**

(Fig. 3: J,K,L)

Localitats. És la primera vegada que es constata la presència fòssil d'aquest gènere a les Illes Balears. Tan sols Bauzá (1953) cita, sense cap descripció ni representació, la presència de *Raja* sp. al Miocè de Mallorca.

Bauzá i Plans (1973) representen una placa dèrmica corresponent a *Raja antiqua* Agassiz, 1894 al Miocè de Catalunya (Pobla de Montornès). Mañé *et al.* (2003) representen dos denticles dèrmics de rajades (cf. *R. clavata*) del Pliocè de Catalunya (Baix Llobregat - Barcelona).

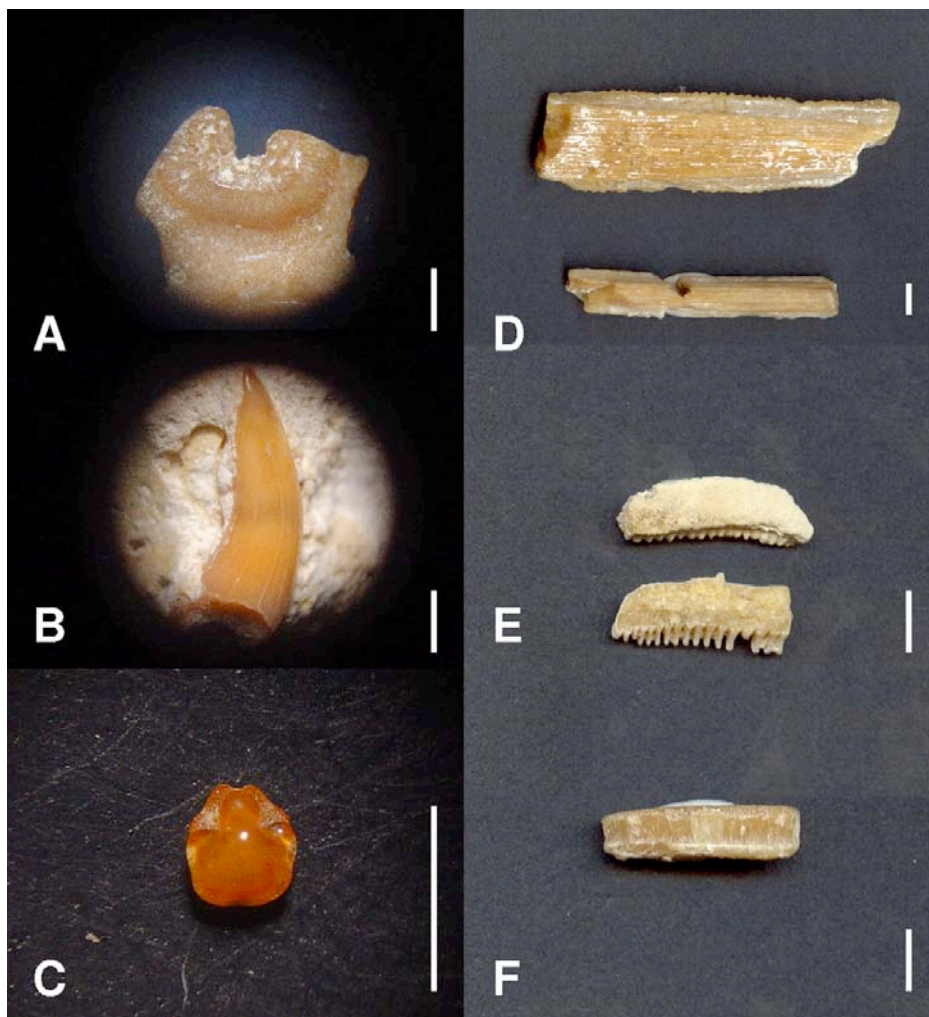


Fig. 4. A. *Pagrus caeruleostictus* (Valenciennes, 1830), impressió alveolar irregular on s'hi poden apreciar les radiacions característiques; B. *Dentex* cf. *fossilis* Jonet, 1975; C. *Rhinobatos* sp.; D. Fragments de fiblons caudals de batoïdeus; E. *Aetobatus* sp.; F. *Myliobatis* sp. Escala A-B-C: 2 mm, escala D-E-F: 5 mm.

Fig. 4. A. *Pagrus caeruleostictus* (Valenciennes, 1830), where irregular alveolar printing can appreciate the characteristic radiation; B. *Dentex* cf. *fossilis* Jonet, 1975; C. *Rhinobatos* sp.; D. *Batoidae*: fragments of the tail stings; E. *Aetobatus* sp.; F. *Myliobatis* sp. Scale A-B-C: 2 mm, scale D-E-F: 5 mm.

Autoecologia. El gènere *Raja* inclou localitzades especialment en aigües de actualment gran nombre d'espècies climes temperats. A les regions tropicals i

subtropicals és rara, preferint les aigües més fredes de la zona batial. Les rajades són espècies bentòniques, que normalment es troben semienterrades en el sediment de la costa fins quasi un miler de metres de fondària.

Família: DASYATIDAE

Gènere: *Dasyatis* Rafinesque, 1810

Dasyatis cavernosa (Probst, 1877)

(Fig. 3: A,B)

1910 *Trigon cavernosus* Probst: Leriche; p. 471-472; fig. 1.

1947 *Trygon cavernosus* Probst: Bauzá; p. 530; L. XXXVI: 9.

1949a *Dasyatis cavernosus* (Probst): Bauzá; p. 204; L. XVI: 5-6, 8.

1963 *Dasyatis cavernosus* (Probst): Bauzá et al.; p. 234; L. XI: 5-6

1964 *Dasyatis cavernosus* (Probst): Bauzá; p. 203 (descriu).

1978 *Dasyatis cavernosus* (Probst): Bauzá; p. 376; L. XX: 24-30.

Localitats. Present a Miocè de Catalunya (Sant Pau d'Orval i Altafulla) i al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla). Recentment ha estat descrit (Mañé et al., 2003) *Dasyatis* sp. cf. *D. delfortiriei* Cappetta al Pliocè de Catalunya (Baix Llobregat-Barcelona).

Autoecologia. En general els dasiàtids actuals són espècies costaneres, freqüents en aigües somes, inclosos estuaris i desembocadures de rius, que prefereixen temperatures tropicals i sub-tropicals. L'espècie actual *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) [Ferrassa, Escurçana (Bal.-Cat.); Pastinaca, Chucho (Cast.)] apareix al Mediterrani, al Mar Negre i a l'Atlàntic oriental, des del mar del Nord (rara) fins a Sud-Àfrica, incloses les Açores, Canàries, Madeira i Cap Verd. És una espècie bentònica que prefereix els fons detrítics blans d'arena i fang del litoral i la plataforma continental entre els 5 i 200 m. Ocasionalment pot entrar a llacunes salabroses i a desembocadures de rius.

S'alimenta de crustacis, mol·luscs i peixos bentònics. Presenta una major activitat nocturna, enterrant-se de dia en l'arena.

Família: MYLIOBATIDAE

Gènere: *Myliobatis* Cuvier, 1817

***Myliobatis* sp.**

(Fig. 4: F)

Localitats. Es tracta d'un gènere força citat als dipòsits nerítics del Neogen Balear i de Catalunya.

Consideracions taxonòmiques. La difícil determinació específica dels miliobàtids, principalment a partir de dents aïllades, a fet que sota la denominació de *Myliobatis* i sinonímia fossin inclosos molts d'exemplars d'altres gèneres de les famílies dels miliobàtids i rinoptèrids (*Rhinoptera*, *Pteromylaeus*, etc.), per la qual cosa es fa necessària una revisió acurada dels exemplars figurats i/o descrits.

Autoecologia. L'actual *Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1958) [Bon Jesús, Milana (Bal.-Cat.); Aguila marina (Cast.)] és una espècie cosmopolita, bastant comú al Mediterrani i a l'Atlàntic Oriental, des del sud de Gran Bretanya fins a les Canàries. Bentopelàgic, freqüent als fons blans d'arena o fang de les aigües costeres litorals o de la plataforma fins els 200 m. Carnívor, bàsicament malacòfag, furga en el fang o l'arena amb el seu prominent musell, cercant animals bentònics (mol·luscs amb closca, crustacis, peixos) que tritura amb les seves plaques dentàries. El seu potent aparell mastegador li permet obrir fins i tot els ostrèids.

Gènere: *Aetobatus* Blainville, 1816

***Aetobatus* sp.**

(Fig. 4: E)

Localitats. És la primera vegada que es cita aquest gènere al Pliocè balear. El gènere *Aetobatus* a estat descrit al Miocè de

Mallorca (Muro i Sta. Margalida) i de Catalunya (Pobla de Montornès) (Gómez-Llueca, 1919; Bauzà, 1947, 1978; Bauzà i Plans, 1973).

Consideracions taxonòmiques. Les dents són allargades amb els marges laterals de la corona corbades suaument en direcció cap a l'endarrere. L'arrel presenta desplaçament de les làmines en sentit lingual amb una forta inclinació de la seva cara labial. Dents aïllades fàcilment confusibles amb les dents centrals del gènere *Aetomylaeus*.

Autoecologia. No hi ha representants actuals del gènere a la Mediterrània. Les espècies del gènere *Aetobatus* actuals presenten una distribució circumtropical, però també en aigües subtropicals. Bentopelàgic, en aigües superficials fins els 80 m de profunditat i prop de la plataforma continental. Sovint en explanades d'arena, prop del fons o en aigües mitjanes. Algunes espècies són amfídròmes, podent penetrar, en alguna fase del cicle vital, en aigües salobres i dolces. S'alimenten de cucs, crustacis, cefalòpodes i peixos petits.

Família: RHINOPTERIDAE

Gènere: *Rhinoptera* Cuvier, 1829

***Rhinoptera* sp.**

(Fig. 2: A)

Localitats. És la primera vegada que s'il·lustra la presència fòssil d'aquest gènere a les Illes Balears. Tan sols Bauzà (1953; 1961a; 1978) cita, sense cap descripció ni representació, la presència de *Rhinoptera studei* (Agassiz, 1843) al Miocè de Mallorca. Bauzà (1949c) reproduïx *R. studei* del Miocè de Catalunya (El Papiol).

Consideracions taxonòmiques. Encara que és la primera vegada que es constata la presència del gènere *Rhinoptera* a les Illes Balears, quasi segur que alguns del espècimens descrits anteriorment al Neogen

balear sota el gènere *Myliobatis*, realment pertanyin al gènere *Rhinoptera*. Les dents es caracteritzen per tenir una corona de poca alçària amb una rel que no sobrepassa els seus marges labio-linguals.

Autoecologia. Present actualment a la mediterrània *Rhinoptera marginata* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [Raya cabeza de vaca (Cast.)] és una espècie de distribució subtropical a l'Atlàntic oriental del sud d'Espanya fins a Senegal i també al Mediterrani. Bentopelàgica, principalment en aigües costaneres, dins de badies, estuaris i albuferes, sobre fons arenosos o fangosos. S'alimenta bàsicament de mol·luscs, crustacis, peixos bentònics, que tritura amb les seves plaques dentàries.

b) Classe OSTEICHTHYES

Família: SPARIDAE

Gènere: *Dentex* Cuvier, 1814

Dentex* cf. *fossilis Jonet, 1975

(Fig. 4: B)

1949a *Dentex* sp.: Bauzà; p. 210; L. XIII: 17.

1978 *Dentex* sp.: Bauzà; p. 389; L. XXVIII: 5.

1985 *Dentex* sp.: Colom; p. 283(53); fig. 19: 1-8.

1995 *Dentex fossilis* Jonet; Mañé *et al.*; p. 20; L. I: 1-4.

2000 *Dentex* cf. *fossilis* Jonet; Mas; p. 51; fig. 10: 3)

2003 *Dentex* sp.: Vicens i Rodríguez-Perea; p. 127; fig. 4: 17.

Localitats. Present al Miocè de Mallorca (Pollença), així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla i Llucmajor) i Catalunya (El Papiol i Molins de Rei). Sanz (1950) i Bauzà i Plans (1973) descriuen varis otòlits atribuïts a *Dentex lozanoi* Sanz, 1950, *Dentex latior* Schubert, 1906 i *Dentex gregarius* (Koken, 1891) al Pliocè inferior de Mallorca (Llubí i Pont d'Inca) i Catalunya (Espitlles).

Autoecologia. L'espècie actual *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758) [Déntol (Bal.-Cat.); Dentón (Cast.)], típicament

mediterrània, es troba també a l'Atlàntic Oriental des de Gran Bretanya (ocasional) fins a Dakar, incloses les Canàries i Madeira. Normalment entre 1 i 2 km de la costa als 30 m de profunditat sobre fons de tots tipus, preferentment rocosos, d'arena i herbeis de *Zostera* i *Posidonia*, podent arribar caçant fins a la superfície. Més freqüent a la vorera durant l'estiu, a l'hivern, degut al fred es retira a aigües més profundes podent arribar als 200 m de profunditat. Els joves són més litorals. Es tracta d'un gran carnívor amb preferència pels cefalòpodes. Caçador molt voraç i desconfiat, solitari o formant petits grups.

Gènere: *Pagellus* Cuvier i Valenciennes, 1830

***Pagellus* sp.**

(Fig. 5: B,C)

1949b *Pagellus* sp.: Bauzá; p. 655; L. XXVIII: 4-5.

1964 *Pagellus* sp.: Bauzá; p. 209 (descript.).

1995 *Pagellus* sp.: Mañé *et al.*; p. 20; L. I: 5-7.

2000 *Pagellus* sp.: Mas; p. 51; fig. 10: 4.

2002 *Pagellus* sp.: Mas i Fiol; p.111; fig. 4: 4.

Localitats. Gènere present al Miocè de Mallorca (Llucmajor), així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla i Llucmajor) i de Catalunya (El Papiol). Mas i Fiol (2009) citen *Pagellus caparicaensis* Jonet, 1975 al Miocè de Mallorca (Pollença).

Autoecologia. L'actual *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) [Pagell (Bal.-Cat.); Pagel, Breca (Cast.)] present a l'Atlàntic Oriental (des del tròpic fins a la península Escandinava, incloses les Canàries, Madeira i Cap Verd), al Mediterrani i al Mar Negre, és una espècie litoral que normalment es troba formant petits grups sobre fons detrítics (arenosos i llimosos) i coral·lins als 10-30 m a l'estiu i fins als 200 m a l'hivern. Té un règim carnívor variat, amb preferència pels invertebrats o petits peixos.

Gènere: *Diplodus* Rafinesque, 1910

Diplodus* cf. *vulgaris (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)

(Fig. 5: K,L)

1981 *Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire): Bauzá; p. 8; L. 1: 1-3.

1985 *Diplodus* cf. *vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire): Bauzá i Fiol; p. 6; L. I: 7-10.

2002 *Diplodus* cf. *vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire): Mas i Fiol; pag.109; fig.4: 2.

2009 *Diplodus* cf. *vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire): Mas i Fiol; L. 1: d.

Localitats. Present a Mallorca al Miocè (Llucmajor i Pollença) i al Quaternari (Manacor i Artà). Amb moltes afinitats morfològiques amb els exemplars estudiats, també han estat citats *Diplodus* sp. al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla i Llucmajor) i *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) al Miocè de Catalunya (Banyeres) (Bauzá, 1949b, 1964, 1972; Mas, 2000).

Consideracions taxonòmiques. No es prenen en consideració les cites de *D. jomnitanus* (Valenciennes, 1844) ja que cada vegada és més patent la discussió sobre seva atribució a la família Sparidae (Bauzá, 1958b; Mañé *et al.*, 1995; Mas, 2000; Mas i Fiol, 2009).

Autoecologia. *Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [Variada, Verada, Vidriada (Bal.-Cat.); Mojarra (Cast.)] és actualment un peix abundant al Mediterrani, Atlàntic Oriental des del Golf de Biscaia fins al Senegal, essent més rar al Mar Negre. Espècie litoral costera fins a 80 m, més comú entre 5 i 30 m, sobre fons rocosos, arenosos i herbeis de fanerògames (*Zostera*, *Posidonia*). Reclutes alevins a cales d'aigües somes. Omnívor, s'alimenta d'invertebrats (crustacis, cucs, mol·luscs, equinoderms) i algues. Gregari en bancs molt nombrosos i sedentaris que poden mesclar-se amb altres espècies. Alguns exemplars erràtics. Els representants del

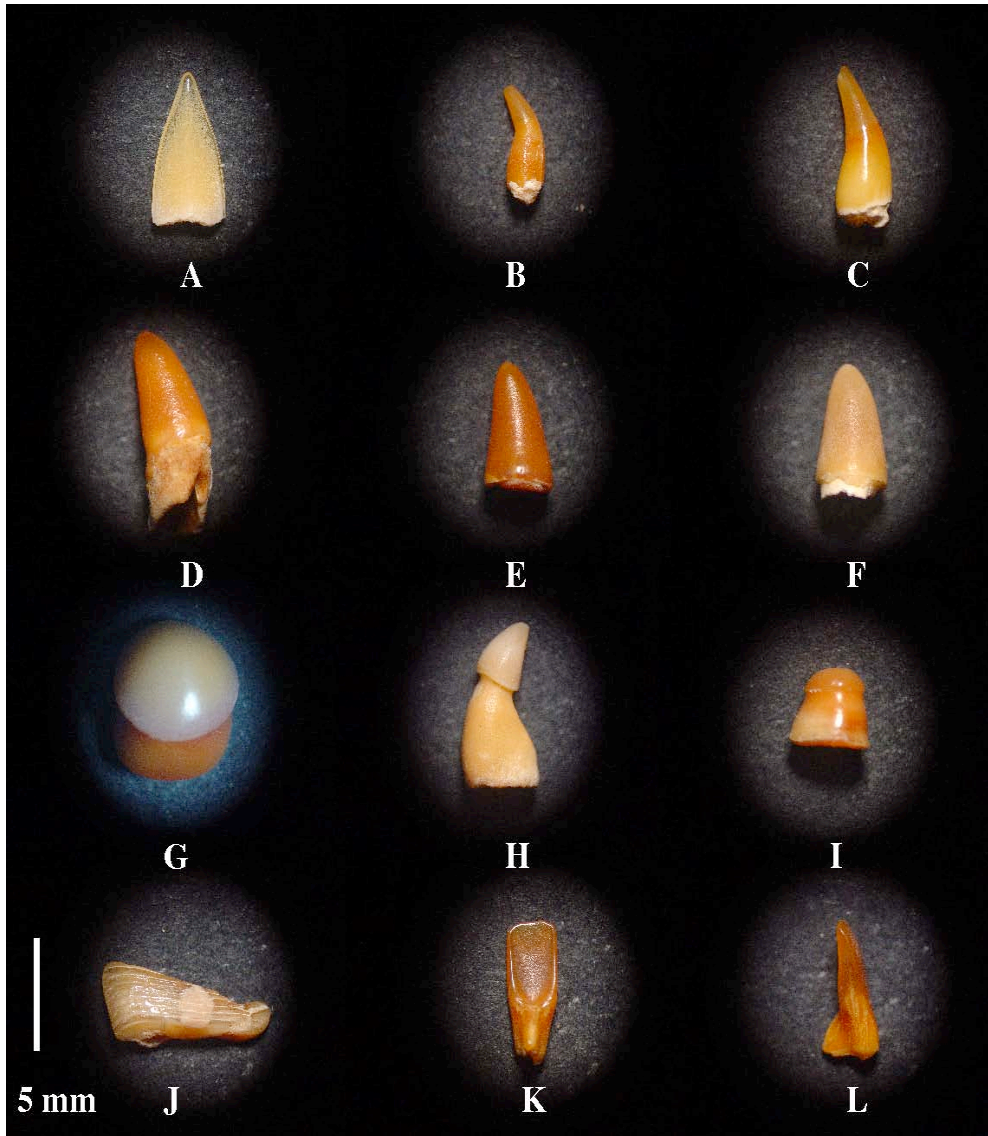


Fig. 5. A: *Sphyraena* cf. *olisiponensis* Jonet, 1966; B-C: *Pagellus* sp.; D-E-F: *Pagrus* sp.; G-H-I: *Pagrus mauritanicus* Arambourg, 1927; J: *Tetrodon* cf. *lecoinctrae* Leriche, 1957; K-L: *Diplodus* cf. *vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817).

Fig. 5. A: *Sphyraena* cf. *olisiponensis* Jonet, 1966; B-C: *Pagellus* sp.; D-E-F: *Pagrus* sp.; G-H-I: *Pagrus mauritanicus* Arambourg, 1927; J: *Tetrodon* cf. *lecoinctrae* Leriche, 1957; K-L: *Diplodus* cf. *vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817).

gènere *Diplodus* es troben molt adaptats a la zona de romponents, ja que la seva morfologia i disposició de les aletes els permeten maniobrar amb molta facilitat.

Gènere: *Sparus* Linnaeus, 1758

Sparus aurata Linnaeus, 1758

(Fig. 2: D)

1995 *Sparus aurata* Linnaeus: Mañé *et al.*; p. 21 (descript.).

2000 *Sparus aurata* Linnaeus: Mas; p. 52; Fig. 8: 8.

2002 *Sparus aurata* Linnaeus: Mas i Fiol; p. 111; fig. 4: 7.

Localitats. Present al Miocè i Pliocè de Mallorca (Llucmajor) i al Pliocè de Catalunya (El Papiol).

Consideracions taxonòmiques. En alguns dels molars trobats s'hi poden entreveure lleugerament alguns plecs radials a la perifèria de la corona, característica diferencial que quan és molt marcada distingeix a *Sparus neogenus* Arambourg, 1927 (= *Chrysophrys* Agassizi Sismonda, 1846), on hi són més evidents als exemplars del Miocè que en els del Pliocè, de *S. aurata* on a l'actualitat s'hi insinuen de manera molt difusa (Bauzà, 1949a; Bauzà *et al.*, 1963; Bauzà i Plans, 1973; Mañé *et al.*, 1995); per a la qual cosa, els exemplars del Pliocè, amb plecs radials poc marcats, podrien pertànyer a una forma de transició entre *S. neogenus* del Miocè i *S. aurata* actual.

Autoecologia. A l'actualitat *S. aurata* [Orada (Bal.-Cat.); Dorada (Cast.)] és un peix freqüent al Mediterrani i Atlàntic oriental, des de Gran Bretanya fins a Senegal incloses Canàries, Cap Verd i Açores. El trobem sobre fons arenosos, fangosos i praderies de *Posidonia* i *Zostera*, molt litoral arribant a penetrar a les aigües de llacunes salobres. Molt voraç, s'alimenta sobre tot de balànids i mol·luscs de closca

enterrats sota l'arena. Deambula sol o en petits esbarts, temorós i desconfiat, presentant una defensa enèrgica.

Gènere: *Pagrus* Cuvier, 1817

Pagrus caeruleostictus (Valenciennes, 1830)

(Figs. 2: E, 10: A)

1998 *Pagrus caeruleostictus* (Valenciennes): Mañé i Abad; p. 64; L. I: 1-8.

Localitats. Present al Pliocè de Catalunya (Cervelló).

Consideracions taxonòmiques. La determinació específica dels *Sparidae* a partir de dents aïllades, sense conèixer la seva distribució i col·locació a les branques mandibulars, resulta difícil i arriscada. La presència conjunta de molars hemisfèrics amb dents laterals còniques i canins massius de punta arrodonida i inclinada vers l'interior, s'han vingut atribuint normalment a la denominació específica a *Sparus cinctus* (Agassiz, 1843) (Bauzà, 1949a; Bauzà i Plans, 1973; Mas, 2000).

Ara bé, si tenim en compte que quasi bé totes les dents molariformes estudiades en aquest treball presenten un perímetre basal circular més o menys irregular (excepte les de màxima talla) amb una clara presència de radiacions a la corona basal que arriba fins al contorn de la mateixa (fet que també comparteixen les dents caniniformes associades), així com la presència d'un fragment d'os mandibular o dentari amb dues impressions alveolars ben notòries, que presenten al voltant de cada cavitat central unes radiacions ben aparents vers l'exterior de la protuberància que els envolta (Fig. 10: A); ens apunten cap els trets diferencials que concorden perfectament amb la descripció específica de *P. caeruleostictus* feta per Mañé i Abad (1998), resultat de la comparació amb exemplars actuals procedents del Medi-

terrani (Museu de Zoologia de Barcelona i de l'antic *Departamento de Zoología y Biología Marina de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Palma de Mallorca*).

De totes maneres és difícil descartar que no es tracti d'una variant o subespècie de *S. cinctus*, denominació específica (inclosa la freqüent sinonímia sota les denominacions genèriques de *Sphaerodus* i *Chrysophrys*) sota la que ha estat inclosa normalment. Present al Miocè de Mallorca (Pollença, Muro, Santa Margalida, Lluçmajor i Campos), Menorca (Sant Lluís i Es Vermell), i Catalunya (Altafulla i Sant Sadurní d'Anoia) i al Pliocè de Mallorca (Lluçmajor).

***Pagrus mauritanicus* Arambourg, 1927**
(Fig. 5: G,H,I)

- 1949a *Pagrus mauritanicus* Arambourg: Bauzá; p. 210; L. XVI: 7.
1964 *Pagrus mauritanicus* Arambourg: Bauzá; p. 209 (descript.).
1973 *Pagrus mauritanicus* Arambourg: Bauzá i Plans; p. 104; L. VIII: 63-64.
1978 *Pagrus mauritanicus* Arambourg: Bauzá; p. 392; L. XXVIII: 7-8.
2000 *Pagrus mauritanicus* Arambourg: Mas; p. 53; fig. 8: 6.
2003 *Pagrus mauritanicus* Arambourg: Vicens i Rodríguez-Perea; p. 127; fig. 4: 19.

Localitats. Present al Miocè de Mallorca (Pollença) i de Catalunya (Monjos), així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla i Lluçmajor).

***Pagrus* sp.**
(Fig. 5: D,E,F)

- 2000 *Sparnodus* sp.: Mas; p. 53; fig. 10: 7.
2002 *Pagrus* sp.: Mas i Fiol; p. 111; fig. 4: 6.

Localitats. Present al Miocè i Pliocè de Mallorca (Lluçmajor).

Autoecologia. L'espècie actual *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) [Pàgara, Pagre (Bal.-Cat.); Pargo (Cast.)] es distribueix pel Mediterrani i Atlàntic Oriental, des de Gran Bretanya fins Angola incloses les Canàries, Madeira i les Açores, sobre fons durs o detrítics (joves també a les praderies de fanerògames) de la zona litoral i/o de plataforma, de 10-30 m a l'estiu arribant fins als 250 m a l'hivern. Carnívor (crustacis, mol·luscs i peixos), deambula sol o en petits esbarts, temorós i desconfiat, presentant una defensa enèrgica. L'espècie *P. caeruleostictus* és més rara al Mediterrani essent localment més comú a l'Atlàntic tropical fins a Portugal sobre fons des de 10 a 250 m.

Família: SPHYRAENIDAE

Gènere: *Sphyraena* Block i Schneider, 1801
***Sphyraena* cf. *olisiponensis* Jonet, 1966**
(Fig. 5: A)

- 1934 *Cybium* sp.: Rocabert; p. 103; L. V: 31-37.
1949a *Cybium* sp.: Bauzá; p. 210; L. XIV: 9-12
1964 *Cybium* sp.: Bauzá; p. 211 (descript.).
1973 *Sphyraena* sp.: Bauzá i Plans; p. 99; L. IV: 32+.
1978 *Sphyraena* sp. (*Cybium* sp.): Bauzá; p. 395; L. XXVIII: 3.
1995 *Sphyraena olisiponensis* Jonet: Mañé *et al.*; p. 25; L. I: 23-25.
2000 *Sphyraena* cf. *olisiponensis* Jonet: Mas; p. 53; fig. 10: 2.

Localitats. Gènere present al Miocè de Catalunya (Sant Sadurní d'Anoia, Montjuïc, Monjos, Olèrdola i Pobla de Montornès); així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla i Lluçmajor) i Catalunya (El Papiol i Sant Vicenç dels Horts).

Consideracions taxonòmiques. Totes les dents estudiades en aquest treball presenten una mida significativament reduïda.

Autoecologia. L'actual *Sphyraena sphyraena* (Linnaeus, 1758) [Espet (Bal.-Cat.); Espetón (Cast.)] es distribueix pel Mediterrani, Mar Negra i Atlàntic Oriental,

des del Golf de Biscaia fins Angola incloses les Canàries, Madeira i Cap Verd. Pelàgic litoral (0-100 m), sobre arena, macs i coralls. És un fort depredador de peixos i calamars. Gregari, especialment els joves, els adults més solitaris cacen sobre tot a l'aguait.

Família: TETRAODONTIDAE

Gènere: *Tetrodon* Linnaeus, 1758

Tetrodon* cf. *lecoinae Leriche, 1957

(Fig. 5: J)

1910 *Tetraodon* sp.: Leriche; p. 474; L. VI: 9.

1949a *Tetrodon scillae* Lawley: Bauzá; p. 211; L. XVI: 4.

1973 *Tetraodon lecoinae* Leriche: Bauzá i Plans; p. 96; L. I: 9+, 9++.

1985 *Tetrodon scillae* Lawley: Bauzá i Fiol; p. 9; L. I: 11-15.

2002 *Tetraodon lecoinae* Leriche: Mas i Fiol; p. 112; figs. 3: A-B i 5: 1.

Localitats. Present al Miocè de Mallorca (Llucmajor i Sa Pobla) i de Catalunya (Olèrdola i Vilafranca del Penedès), així com al Pliocè de Mallorca (Sa Pobla).

Consideracions taxonòmiques. Totes les dents estudiades en aquest treball presenten una mida força més reduïda que els exemplars miocens, el que ens limita a una atribució específica aproximada.

Autoecologia. *Sphoeroides pachygaster* (Müller i Troschel, 1848) (= *Tetrodon pachygaster* Muller i Troschel, 1848) és actualment un dels pocs representants de la família Tetraodontidae present en aigües de la Mediterrània; on va ésser citat, per primera vegada, en aigües de Mallorca (Oliver, 1981). Bentònic, sobre fons de roques, fang o arena. També habitual a coves, obertures, parets verticals i blocs de roques. S'alimenta principalment de petits cefalòpodes.

c) Miscel·lània: Restes diverses.

S'han pogut recuperar més de 60 restes dentàries difícils de classificar, de les quals la gran majoria corresponen a petits molariformes d'espàrids (55%) i plaques mandibulars de batoïdeus indeterminats (35%).

També s'han recuperat 10 fragments de fiblons caudals de batoïdeus (Fig. 10: D) i de 5 vèrtebres de peixos teleostis indeterminats.

Per altra banda, s'han pogut recollir més de 40 restes òssies rodats de color ambarí (*icthiolites*) la majoria atribuïbles a parts dures d'ossos de peixos teleostis, però també alguns de major mida, que poden pertànyer a fragments d'ossos de mamífers marins.

Paleoecologia. Anàlisi i discussió

a) Paleoclima

El Pliocè es caracteritzà per un clima que es va anar fent més fred i àrid, fenomen que s'inicià al Miocè superior fins arribar a les primeres glaciacions inferoquaternàries. A la zona de l'antic Mar Mediterrani aquest refredament es deixà notar, en primer lloc, amb un relatiu descens de la temperatura coincident amb el límit Pliocè inferior i/o Pliocè superior que culmina amb un dràstic descens coincident amb el límit Brunhes/Matuyana a l'inici de les grans glaciacions àrtiques plisto-holocèniques (Mateu, 1982).

Pel que fa a la fauna ictiològica del Pliocè inferior estudiada per Bauzá a la zona del Mediterrània Occidental, i en comparació amb la del Miocè, aquest autor ha apuntat els següents trets diferencials (Bauzá, 1958a; 1961b; 1964):

1. Disminució de la mida de les dents, principalment a les espècies amb més afinitats tropicals i/o subtropicals.

2. Total absència de certs gèneres d'afinitats tropicals (i.e. *Trigonodon*).
3. Disminució de l'abundància d'altres gèneres tropicals com són: *Diodon*, *Balistes* i *Aetobatus*.

Pel que fa al material objecte del present estudi, que atribuïm en la seva totalitat al Pliocè mitjà-superior, cal destacar:

1. Subsistència d'alguns gèneres amb afinitats tropicals (*Tetrodon*, *Rhizoprionodon*, *Aetobatus* i *Dasyatis*) encara que amb una clara disminució de la mida de les dents.
2. Absència del gènere *Carcharodon*, gènere d'àmplia distribució horitzontal fins al pliocè, excepció feta de les mars fredes (Bauzà i Imperatori, 1955; Bauzà, 1961b; Bauzà i Mercadal, 1962).
3. Una continuació de les espècies que es

poden denominar arcaïques (Solé-Sabarís, 1959) que es vénen mantenint des del Miocè sense pràctica modificació o tan sols amb disminució de la seva mida (*Sparus*, *Pagrus*, *Carcharias*, *Diplodus*).

Dins del conjunt de material recuperat, si bé hi podem reconèixer la representació de gèneres amb afinitats tropicals, el que hi destaca és una clara dominància d'afinitats per a les temperatures subtropicals i temperades (Fig. 6). La representació de preferències per aigües fredes és molt minsa. Així doncs, aquests indicadors ens situarien en un episodi anterior al refredament ocorregut durant el trànsit Pliocè inferior/superior (Mateu, 1982), ja que ens trobam davant una ictiofauna amb afinitats més càlides que la descrita anteriorment al Pliocè mitjà-superior (Mas, 2000).

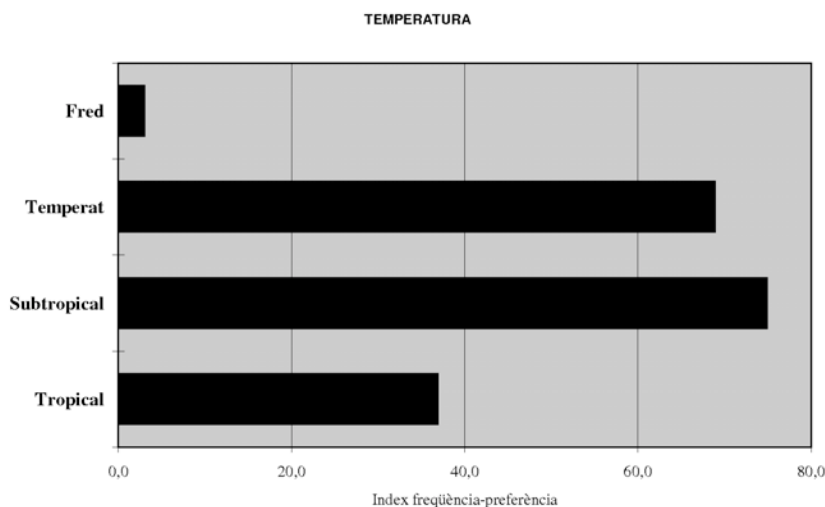


Fig. 6. Temperatura.
Fig. 6. Temperature.

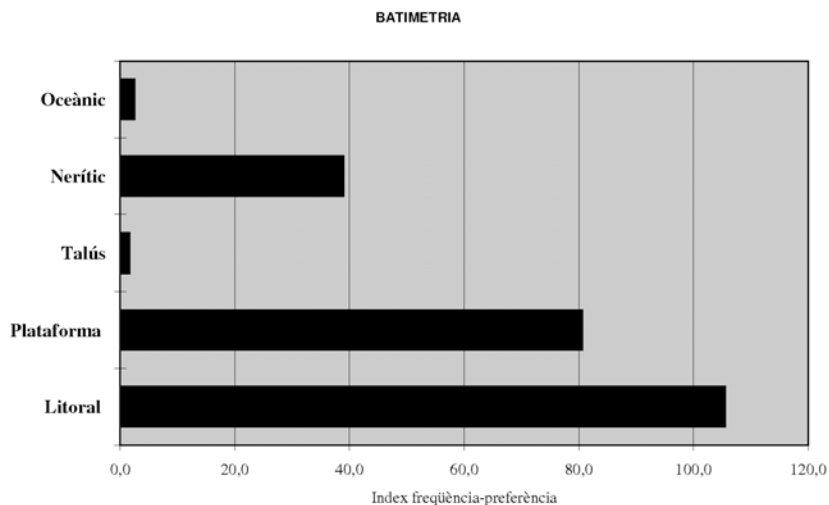


Fig. 7. Batimetria.
Fig. 7. Bathymetry.

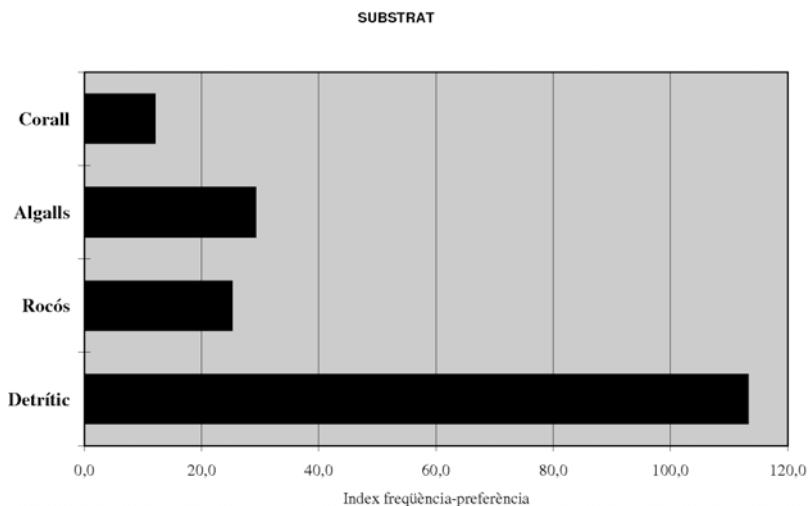


Fig. 8. Substrat.
Fig. 8 Substrate.

b) Batimetria

El primer que s'observa (Fig. 7), és una clara preponderància de representants del domini bentònic, destacant els gèneres amb

preferència per la zona litoral, dels quals la majoria poden compartir també un caràcter divagant de litoral i/o plataforma. La presència d'una petita representació de

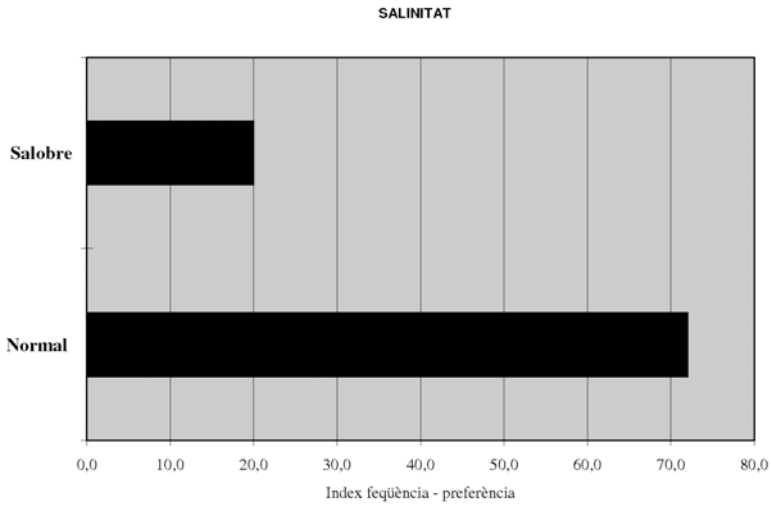


Fig. 9. Salinitat.
Fig. 9. Salinity.

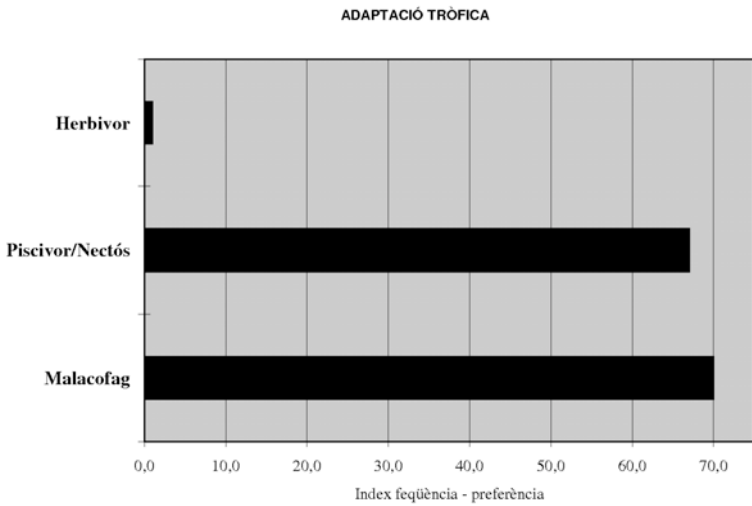


Fig. 10. Adaptació tròfica.
Fig. 10. Trophic adaptation.

gèneres pelàgics (*Isurus*, *Sphyræna*), l'hauríem d'explicar tenint en compte factors tafonòmics i/o comportaments

divagants. La determinació sistemàtica d'*Isurus* s'ha tingut que fer sobre unes poques restes dentàries molt fragmentades i

deteriorades, possiblement degut al transport sofert al fons marí; considerant també que en ocasions, encara que rares, aquests taurons es poden apropar a la costa.

c) Substrat

Pel que fa a la variable substrat (Fig. 8), observem un domini quasi absolut de gèneres amb afinitat pels fons detrítics preferentment d'arena (*Rhinoptera*, *Dasyatis*, *Carcharias*, *Myliobatis*, *Aetobatus*, *Raja*, *Rhinobatos*, *Galeorhinus*); si bé cal tenir en compte la presència de gèneres (*Pargus*, *Sparus*, *Squatina*, *Diplodus*) que, a més dels fons detrítics, també freqüenten les praderies de fanerògames i/o de *Caulerpa prolifera*, la qual cosa ens fa suposar l'existència d'un fons d'arena amb algunes comunitats d'algues que servirien de refugi i protecció a molts d'aquests peixos.

d) Salinitat

L'anàlisi de la variable salinitat (Fig. 9) ens denota l'existència d'unes aigües de caràcter obert, ja que tan sols 3 dels gèneres estudiats (*Sparus*, *Carcharinus*, *Dasyatis*) poden freqüentar en ocasions zones salobres; si bé l'alta freqüència relativa d'aquests gèneres ens du a no descartar l'existència de zones salobres pròximes.

e) Adaptació tròfica

Dins l'anàlisi del tipus d'aliment dels tàxons estudiats (Fig. 10) hi destaca una preponderància d'espècies amb un règim malacòfag, basat principalment en petits mol·luscs, cucs i equinoderms; règim moltes de vegades compartit amb una alimentació basada en altres peixos i/o altres components del nècton com puguin ésser els cefalòpodes.

És de destacar el caràcter depredador – carnívor de tots els gèneres representats,

excepcions fetes de *Diplodus* que té un règim omnívor compartint un caràcter bàsicament depredador amb cert règim herbívor.

Ressaltar la preponderància de sistemes d'alimentació basats amb aparells mastegadors de tipus triturant (*Rhinoptera*, *Dasyatis*, *Myliobatis*, *Aetobatus*, *Tetrodon*) a vegades compartit amb altres sistemes dentaris més especialitzats amb la subjecció o secció de l'aliment (*Pargus*, *Sparus*, *Diplodus*); sistemes d'adaptació alimentària propis d'un ecosistema inclòs en un ambient marí litoral d'aigües somes.

L'anàlisi litològica i micro-paleontològica del sediment (calcarenites bioclàstiques d'aspecte massiu amb predomini de foraminífers litorals) també ens du a interpretar aquests nivells com a una seqüència someritzant, amb dipòsits molt costaners de bancs d'arena (*shoals*) evolucionant a dipòsits de platja (Álvaro *et al.*, 1984; Simó i Ramón, 1986; ITGE, 1991).

Conclusions

Es cita per primera vegada una important representació ictiològica del Pliocè mitja de l'illa de Mallorca que ens permet establir un continuum per omplir la llacuna anteriorment existent entre el Pliocè inferior i superior dins l'àmbit de la paleofauna ictiològica de les Illes Balears.

Alguns dels tàxons són citats per primera vegada dins de la paleoictiologia balear, mentre que d'altres ho són en relació al pis Pliocè.

Dins d'aquesta important fauna ictiològica destaquen principalment els espàrids i els condrictis pleuro i hipotremats.

Pel que fa als aspectes mediambientals s'ha de destacar un manteniment de

condicions subtropicals amb un incipient refredament del medi, l'existència ambient marí de caire nerític sublitoral i/o plataforma litoral amb fons marins de tipus detrític amb algunes comunitats algals sense descartar la coexistència de zones salobres properes així com el caràcter depredador-carnívor dels gèneres que hi són representats, destacant la presència d'espècies amb règim alimentari malacòfag.

Agraïments

Vull agrair a Gabriel Fiol Bestard de sa Cabaneta i Bernat Morey Colomar de Sta. Eugènia les seves indicacions, companyia i contribució amb l'objecte del present treball.

A Ramon Mañé, del Museu Geològic del Seminari de Barcelona, per les separates facilitades, especialment la del seu treball sobre l'espècie *Pagrus caeruleostictus* del Pliocè del Baix Llobregat (Mañé i Abad, 1998).

Bibliografia

- Alvaro, M., Barnolas, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J. i Simó, A. 1984. El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Bol. Geol. Miner.*, 95(1): 3-25.
- Antunes, M.T. i Jonet, S. 1970. Requins de l'Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne. *Revta. Fac. Ciênc. de Lisboa*, 2ª sér, C, 9(1): 119-280.
- Barón, A. i Pomar, L. 1978. *Recent distribution of Neogene sedimentation areas of the Mediterranean. Area 405: Balearic depression*. IGCP project núm. 25 UNESCO-IUGS.
- Bauchot, M.L. i Pras, A. 1993. *Guía de los peces de mar de España y Europa*. Omega. 432 pp. Barcelona.
- Bauzá, J. 1947. Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno Catalano-Balear. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 45(7-8): 523-538.
- Bauzá, J. 1948. Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno Catalano-Balear. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 46(5-6): 443-460.
- Bauzá, J. 1949a. Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 47(3-4): 203-221.
- Bauzá, J. 1949b. Sobre el hallazgo de los géneros *Box*, *Diplodus* y *Pagellus* en el plaisanciente de Son Talapí (Llubí) Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 47(9-10): 653-657.
- Bauzá, J. 1949c. Nuevas contribuciones a la fauna ictiológica fósil del Neógeno de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, extra: 471-504.
- Bauzá, J. 1953. Fauna ictiológica fósil de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1953 (1): 11-13.
- Bauzá, J. 1958a. Contribuciones a la paleontología de Mallorca. Sondeo Son Vivot (La Puebla). Su fauna ictiológica. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1958: 65-74.
- Bauzá, J. 1958b. Contribución al conocimiento del *Trigonodon oweni* Sismonda. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 56(1): 255-260.
- Bauzá, J. 1961a. La fauna ictiológica fósil de España II. *Vínculo*. Colegio La Salle de Palma, 129: 3 pp. Palma.
- Bauzá, J. 1961b. La fauna ictiológica fósil de España. III y último. *Vínculo (Colegio La Salle de Palma)*, 130: 1-3. Palma.
- Bauzá, J. 1964. Fauna de las formaciones del Terciario superior de la Puebla (Mallorca). *Estudios Geológicos*, 20: 187-220.
- Bauzá, J. 1972. Contribuciones al conocimiento de fauna ictiológica fósil de España (III). *Acta Geol. Hisp.* Instituto Nacional de Geología (C.S.I.C.), 7 (2): 62-65.
- Bauzá, J. 1978. Paleontología de Mallorca. Ciento ochenta millones de años de la flora y fauna de Mallorca. In: J. Mascaró (coord.), *Historia de Mallorca*, 7: 331-430. Gráficas Miralles. Palma.
- Bauzá, J. 1981. Contribuciones a la paleontología de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 7-20.

- Bauzá, J. i Fiol, G. 1985. Contribución al conocimiento de la ictiología fósil de Mallorca (Inèdit).
- Bauzá, J. i Imperatori, L. 1955. Contribuciones a la ictiología fósil de España. Peces pliocénicos de Málaga. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 53: 89-98.
- Bauzá, J. i Mercadal, B. 1962. Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica de Menorca. *Rev. de Menorca*, 2: 153-163.
- Bauzá, J. i Plans, J. 1973. Contribución al conocimiento de la fauna ictiológica del Neógeno Catalano-Balear. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 18: 72-131.
- Bauzá, J., Quintero, I. i De La Revilla, J. 1963. Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de España. *Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, 70: 217-273.
- Bourdon, J. 1996-2008. *Elasmo.com*. iNet: www.elasmo.com
- Bouvy, P. 1851. Sobre el Terremoto ocurrido en la Isla de Mallorca el 15 de mayo último. *Rev. Minera*, 2(26): 375-378
- Bouvy, P. 1853. Notice sur le tremblement de terre du 15 mai 1851, de l'île de Majorque. *Bol. Soc. géol. France*, 10: 359-364
- Cappetta, H. 1987. Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. In: H.-P. Schulze (Ed.): *Handbook of Paleichthyology*. Vol. 3B. Gustav Fischer Verlag. 193 pp. Stuttgart – New York.
- Colom, G. 1975. *Geologia de Mallorca*. Diput. Prov. Bal. Inst. Estudios Baleáricos. Patronato “J. M^a Quadrado”. CSIC. 2 vols. 519 pp. Palma.
- Colom, G. 1980. Nota preliminar sobre la existencia del plioceno inferior, marino, en Mallorca (Balears). *Acta Geol. Hisp.*, 15(2): 45-49.
- Colom, G. 1985. Estratigrafía y Paleontología del Andaluciense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Bol. Geol. y Miner.*, 96(3): 235-302.
- Colom, G., Sacarés, J. i Cuerda, J. 1968. Las formaciones marinas y dunares pliocénicas de la región de Lluçmajor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 14: 46-61.
- Corbera, J., Sabatés, A. i Garcia-Rubies, A. 1998. *Peces de Mar de la Península Ibérica. Guía de Campo*. Planeta. 312 pp. Barcelona.
- Cuerda, J., Sacarés, J. i Colom, G. 1969. Hallazgo de terrenos pliocenos, marinos, en la región de Lluçmajor (Mallorca). *Acta Geol. Hisp.*, 4(2): 35-37.
- Duran, M. *Noms i descripcions dels peixos de la mar Catalana. Tom I. Àgnats, Condriactis, Osteïctis (1a. Part)*. Ed. Moll. Monografies Científiques, 8. 464 pp. Palma.
- Esteban, M. 1979. Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- Froese, R. i Pauly, D. (eds.). 2008. *FishBase*. iNet: www.fishbase.org
- Golani, D., Massutí, E.; Orsi-Relini, L. i Quignard, J.P. 2001. *CIESM Atlas of Exotic Fishes in the Mediterranean*. CIESM Ed. INet: www.ciesm.org/atlas/appendix1.html
- Gómez-Llueca, F. 1919. El mioceno marino de Muro (Mallorca). *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. (Ser. Geol.)*, 25: 91.
- ICZN. 1987. Opinion 1459. *Carcharias Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes, Lamniformes): conserved*. *Bull. Zool. Nomen.*, 44 (3): 216-217.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. 1991. *Mapa Geológico de España. Escala 1:50:000. Hoja 698 (38-27): Palma*. 64 pp. Madrid.
- Leriche, M. 1910. Note sur les poissons néogènes de la Catalogne. *Butll. Soc. Geol. Fr.*, 4 (10): 471-474.
- Luther, W. i Fiedler, K. 1968. *Peces y demás fauna marina de las costas del Mediterraneo*. Pulide. 375 pp. Barcelona.
- Lloris, D. i Contreras, J.M. 1996. *Ictimed 1.0 web*. ICM-CSIC. iNet: www.cmima.csic.es/ictimed/
- Mañé, R., Magrans, J. i Ferrer, E. 1995. Ictiología fòssil del Pliocè del Baix Llobregat. I. Teleostis. *Batalleria*, 5: 19-27.
- Mañé, R., Magrans, J. i Ferrer, E. 1996. Ictiología fòssil del Pliocè del Baix Llobregat. II. Selacis pleurotremats. *Batalleria*, 6: 19-33.
- Mañé, R. i Abad, A. 1998. Primera cita de *Pagrus caeruleosticus* (Pisces) de Cervelló (Barcelona). *Batalleria*, 8: 61-66.
- Mañé, R., Ribé, J., Magrans, J. i Ferrer, E. 2003.

- Ictiologia fòssil del Pliocè del Baix Llobregat. III. Els Batoïdeus (condriactis hipotremats). *Batalleria*, 11: 43-52
- Mas, G. 2000. Ictiofauna del Pliocè mitjà-superior de la conca sedimentària de Palma (Illes Balears, Mediterrània Occidental). Implicacions paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 39-61
- Mas, G. 2003. Presència de *Parotodus benedeni* (Le Hon, 1871) (Pisces: Chondrichthyes: Otodontidae) al Neogen de Mallorca i Menorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Consideracions taxonòmiques i paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 85-90
- Mas, G. 2005. La paleoictiologia als segles XVIII i XIX a les Illes Balears: primeres cites d'ictiofauna fòssil a Menorca i Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 48: 103-108
- Mas, G. i Fiol, G. 2002. Ictiofauna del Messinià de la plataforma sedimentària de Lluchmajor (Illes Balears, Mediterrània Occidental). Aspectes paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 45: 105-116.
- Mas, G. i Fiol, G. 2009. Ictiofauna del jaciment burdigalià de cala Sant Vicenç (Pollença, Illes Balears). Una aproximació paleoecològica. *Batalleria*, 14: 67-84.
- Mas, G. i Fornós, J.J. 2006. Aportacions al coneixement del Neogen postorogènic de la cubeta sedimentària de Campos (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 67-81
- Mas, X. i Canyelles, X. 2000. *Peixos de les Illes Balears*. Manuals d'introducció a la naturalesa, 13. Ed. Moll. 310 pp. Palma.
- Mateu, G. 1982. El neògeno-pleistoceno de Mallorca: Biocronoestratigrafia y paleocenografia en base a los foraminíferos planctónicos. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 75-133.
- Meléndez, B. 1998. *Tratado de paleontología. Tomo I. Cuestiones generales de paleontología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 3ª edición. Colección Textos Universitarios, 29. 455 pp. Madrid.
- Morey, B. i Mas, G. 2009. Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 99-122.
- Obrador, A. i Mercadal, B. 1973. Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno menorquín. *Acta Geol. Hisp.*, 8 (4): 115-119.
- Oliver, P. 1981. Sobre la aparición de algunos peces raros en las Islas Baleares. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 7 (304): 59-64.
- Pastore, M. i Tortonese, E. 1985. Prima segnalazione in Mediterraneo dello squalo *Rhizoprionodon acutus* (Rüppell). *Thalassia Salentina*, 14: 11-15.
- Pomar, L., Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca)*. Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología. Grupo Español de Sedimentología. pp 21-44. Menorca.
- Pomar, L. i Ward, W.C. 1995. Sea-Level Changes, Carbonate Production and Platform Architecture: The Lluchmajor Platform, Mallorca, Spain. In: Haq, B.U. (ed.): *Sequence Stratigraphy and Depositional Response to Eustatic, Tectonic and Climatic Forcing*. Kluwer C. Public. Cf. pp. 87-112
- Riera, F., Oliver, J. i Terrasa, J. 1995. *Peixos de les Balears*. Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori. Govern Balear. 250 pp. Palma.
- Riera, F., Pou, S. i Grau, M. 1993. La ictiofauna. In: Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (eds.): *Història natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 263-644. Editorial Moll - CSIC. Palma.
- Rocabert, Ll. 1934. Contribució al coneixement de la fauna ictiològica terciària catalana. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 34(1-5): 78-107.
- Roger, J. 1980. *Paleoecología*. Paraninfo. 204 pp. Madrid.
- Roselló, V.M. 1998. Torrents i cales de Mallorca: aspectes geomorfològics. In: Fornós, J.J. (ed.): *Aspectes geològics de les Balears (Mallorca, Menorca i Cabrera)*. Universitat de les Illes Balears. pp. 331-360.
- Sanz, J. 1950. Otolitos fósiles del terciario de Mallorca. *Estudios Geológicos*, 6(12): 435-451.

- Silva, P.G., González Hernández, F.M., Goy, J.L., Zazo, C. i Carrasco, P. 2001. Paleo and historical seismicity in Mallorca (Balears, Spain): a preliminary approach. *Acta Geol. Hisp.*, 36 (3-4): 245-266
- Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C., Jiménez, J., Fornós, J. J., Cabero, A., Bardají, T., Mateos, R., González Hernández, F.M., Hillarie-Marcel, Cl. i Bassam, G. 2005. *Mallorca Island: Geomorphological evolution and neotectonics. 6th International Conference on Geomorphology. Field Trip Guide – A7*. 38 pp
- Simó, A. i Ramon, X. 1986. Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias deposicionales del Neógeno postorogénico de Mallorca. *Bol. Geol. Miner*, 97(4): 446-472.
- Solé-Sabaris, L. 1959. Succession des faunes marines du Pliocène au Quaternaire sur les cotes méditerranéennes d'Espagne et aux Baléares. In: *La topographie et la geologie des profondeurs océaniques. LXXXIII Colloque internationaux. Nice – Villefranche, 5-12 mai 1958*: 283-293. Centre National de la Recherche Scientifique. París.
- Vicens, D. i Rodríguez-Perea, A. 2003. Vertebrats fòssils (Pisces i Reptilia) del Burdigalià de cala Sant Vicenç (Pollença, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 117-130.
- Whitehead, P.J.P, Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J. i Tortonese, E. 1984-1986. *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO. 1473 pp. París.

Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) (Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae) de l'Aptià de la conca del Maestrat (País Valencià, Mediterrània occidental)

Enric FORNER i Joan CASTANY

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Forner, E. i Castany, J. 2010. Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) (Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae) de l'Aptià de la conca del Maestrat (País Valencià, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 71-84. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'ha avaluat l'estructura d'edat d'una població d'un equinoideu irregular, *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821). L'estudi s'ha fet mitjançant una mostra aleatòria d'un jaciment, Mas de Borràs, de l'Aptià inferior de Morella, conca del Maestrat, Serralada Ibèrica, Mediterrània occidental, que s'ha interpretat com una paleobiocenosi. S'ha considerat que els intervals de la longitud màxima representen els estadis de creixement. Es conclou que l'estructura d'edat és la normal d'una espècie en condicions òptimes, però s'interpreta que els primers estadis del creixement estan infrarepresentats a causa dels processos estratínòmics. L'espècie és infàunica, viu sempre colgada en el substrat tou, la qual cosa facilita que romanguí enterrada després de la mort i la seua fossilització. S'ofereix la hipòtesi que els exemplars més joves estan colgats molt superficialment i per tant més sotmesos a la bioturbació i l'onatge. Això impediria que els juvenils arribaren a quedar enterrats de forma definitiva en una proporció similar als d'edat més avançada. Existiria una probabilitat de fossilitzar directament proporcional a la profunditat en la qual estan colgats en vida fins assolir un cert llindar de fondària on la probabilitat tendirà al màxim assolit i hi romandria sense variacions.

Paraules clau: *Echinoidea, Spatangoida, paleoecologia, diagrama de freqüències de grandària, estructura d'edat, Aptià, conca del Maestrat, serralada Ibèrica.*

POPULATION DYNAMICS OF *HETERASTER OBLONGUS* (EQUINOIDEA) OF APTIAN FROM MAESTRAT BASIN (WESTERN MEDITERRANEAN). The age structure of an irregular echinoid population, *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821), has been evaluated. The study was conducted by random sampling in a bed belonging to the inferior Aptian from Mas de Borràs (Morella, Maestrat basin, Iberian Chain), Western Mediterranean, that was interpreted to be a paleobiocenosis. It has been considered that length intervals, represent the growth stages. We concluded that the age structure was typical of a species in optimum conditions, but it is interpreted that the earliest growth stages are underrepresented due to biostratigraphy processes. The species is infaunal, developing the life cycle buried in a soft substratum, which facilitates fossilization after death. But we point to the hypothesis the younger specimens are very superficially buried and therefore more subject to bioturbation and wave action. That would prevent younger echinoids to get permanently buried in a ratio similar to adults. The fossilizing probability would be directly proportional to the depth at which echinoids are buried in life, until reaching a certain threshold of depth where the probability will tend to be the highest and would remain without variations.

Keywords: Echinoidea, Spatangoida, palaeoecology, size-frequency distribution, age structure, Aptian, Maestrat basin, Iberian Chain.

Enric FORNER, Ateneu de Natura, carrer Sant Roc, 125 1 3r 5a, 12004 Castelló de la Plana, e-mail: forner_enr@gva.es (autor de correspondència); Joan CASTANY, A. Paleontològica d'Onda, carrer Mestre Ripolles, 40 Pta. 24 12003. Castelló de la Plana, e-mail: grupaucastello@gmail.com.

Recepció del manuscrit: 17-ago-10; revisió acceptada: 30-oct-10

Introducció

Els estudis paleontològics sobre invertebrats referits a la conca sedimentària del Maestrat, des dels primerencs del segle XIX (Vilanova, 1859, 1870; Coquand, 1865; Landerer, 1872; Mallada 1887; Verneuil & Lorière), passant pels posteriors de la vintena centúria (Prever, 1904; Cossmann, 1904; Astre 1925; Van Straelen, 1927; Bataller, 1945, 1947 i 1959; Canerot i Collignon, 1981; Calzada 1973, 1976, 1989, 1996, 1997 i 2000; Royo, 1995; Calzada i Forner, 1996; Calzada i Urquiola, 1996), fins arribar als més recents (Calzada, 2002 i 2005; Calzada i Forner, 2006 i 2009) han estat emmarcats sempre, estrictament, dins de l'àmbit de la descripció de nous tàxons i la seua sistemàtica.

Poc s'ha fet en l'àmbit de la tafonomia i la paleoecologia. No coneixem, en aquestes coordenades espacials i temporals, cap treball centrat en estudis de comunitats fòssils o dinàmica poblacional. Per a una visió més completa dels treballs publicats en aquest espai geogràfic es pot consultar Forner (2009, 2010, 2011a i 2011b) i Forner i Castany (2010).

Com a treball específic d'equínids, sempre en l'àmbit de la taxonomia, cal remarcar les publicacions de Lambert (1928 i 1935), on a partir dels exemplars que li va remetre el geòleg castellonenc Josep Gòmez i Royo va descriure quatre espècies

endèmiques d'aquesta conca: *Cotteaudia royoi*, *Tetragramma giganteum*, *Botriopygus royoi* i *Orthopsis royoi*. Més recentment Villalba (1991) va descriure una espècie nova, *Heteraster melendezi*, en la seua tesi doctoral. Totes cinc espècies procedents de l'Aptià. Els treballs d'aquesta última autora són els més complets sobre equinoïdeus de la Conca del Maestrat (Villalba, 1991, 2003a, 2003b). Cal citar també un treball recent de recopilació de tota la fauna equínida trobada al Maestrat (Saura i Castany, 2011).

En tot cas no s'ha fet mai cap treball de dinàmica poblacional sobre equinoïdeus cretácis de la conca del Maestrat. Ni tampoc d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) d'arreu, tot i ser molt representatiu de l'Aptià i ser un fòssil abundant, tant a la conca maestratenca com també a la resta del nord oest del Tetis.

Encara que sempre escassos, els treballs de dinàmica poblacional, podem citar, a tall d'exemple, dins de la família Toxasteridae Lambert 1920, els estudis sobre el gènere pròxim, *Toxaster*, d'edat inferior (Barremià-Valanginià) i d'un altre àmbit geogràfic, Arc de Castellane, al sud-est de França (François *et al.*, 2003; François i David, 2006).

En cap cas, però, s'ha estudiat l'estructura d'edat d'una població d'equinoïdeus cretácis, mancança que en justificaria l'estudi que encetem.

Material i Mètodes

Marc geogràfic i geològic

El jaciment de Mas de Borràs està situat a l'est de la mola de la Garumba, al municipi de Morella, comarca dels Ports, a l'est de la península Ibèrica. (Fig. 1). Es localitza en la part més oriental de la Serralada Ibèrica i al sud de la Serralada Costera Catalana, que correspon a la Zona d'Enllaç entre ambdues serralades (Guimerà, 1984). Salas i Guimerà (1996; 1997) l'han definit com a conca cretàica inferior del Maestrat i l'han dividit en set subconques. El jaciment pertany a la subconca de Morella. Estratigràficament correspon a l'Aptià inferior, a la part més alta de la formació *Calcàries i Margues de Xert* (Fig. 2) prop de la formació superior *Margues del Forcall* (Canerot *et al.*, 1982) que a la subconca de Morella ha estat

subdividida en tres trams (Canerot *et al.* 1982; Salas, 1986; 2003) i el jaciment estudiat queda un poc per sota del tram inferior anomenat *Margues de Cap de Vinyet*. *Heteraster oblongus* és corrent tant en la formació Xert com en el tram de *Cap de Vinyet*. Els materials que el conformen són de colors ocres, beixos, esgrogueïts. El constitueixen margues amb paquets de *wackestones* nodulosos intercalats i puntualment argiles. La zona on s'ha recollit la mostra, d'uns pocs centímetres de potència, es troba tot just al sostre de les *Calcàries i Margues de Xert*. Aquesta formació pertany a l'Aptià, concretament al Bedulià inferior, tot i que algun treball recent apunta la possibilitat que fos Barremià (Moreno-Bedman i Garcia, 2011).

Correspon a una fase de transgressió marina i representa ambients oberts i distals d'una plataforma carbonatada, plenament

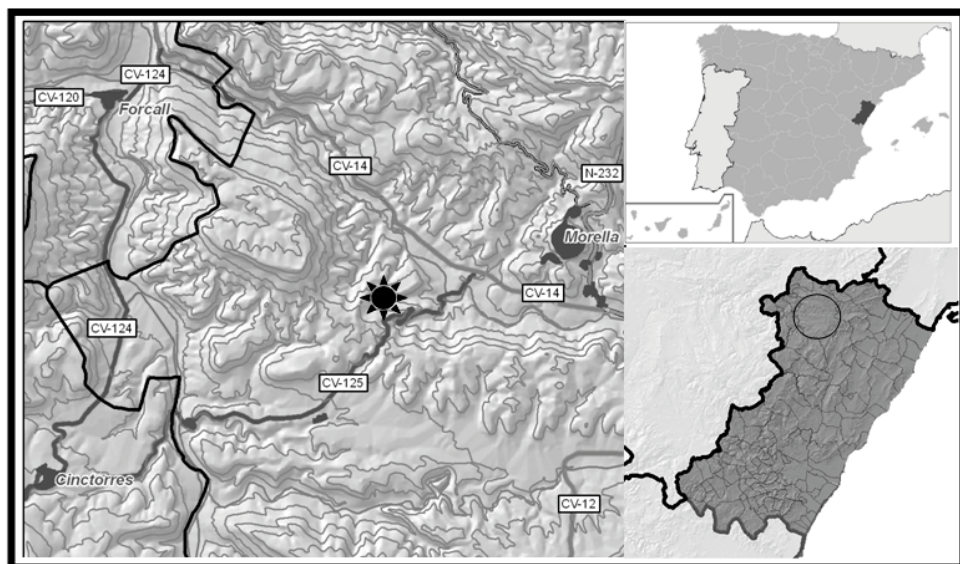


Fig. 1. Mapa amb la localització del jaciment de Mas de Borràs (Morella; Conca del Maestrat; Mediterrània occidental).

Fig. 1. Geographic map with the fossiliferous locality: Mas de Borràs (Morella; Maestrat basin; Western Mediterranean).

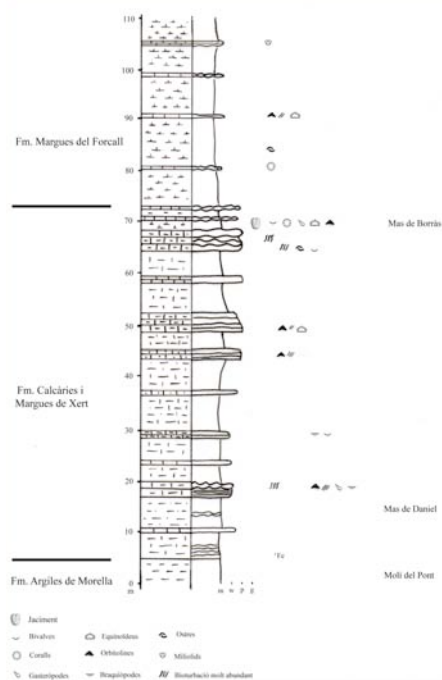


Fig. 2. Columna estratigràfica de Mas de Borràs.
Fig. 2. Stratigraphic column of Mas Borràs.

marins, tot i que d'aigües somes i d'una certa proximitat al continent, com indica l'entrada d'argiles.

A nivell general durant el Cretaci es considera que l'àrea estudiada quedaria dins del cinturó d'aigües tropicals de la terra, en base a la distribució d'organismes típics d'aigües càlides com ara els foraminífers (significativament els Orbitolínids), els Rudistes i el repartiment de les potents acumulacions de calcàries de plataforma; això fa suposar que la zona tindria un clima càlid i humit semblant al que actualment hi ha entre les latituds 20° i 25° (Rat, 1982). Els mapes paleogeogràfics de Dercourt *et al.* (1986) situen la conca del Maestrat durant l'Aptià en una paleolatitud aproximada d'entre 26° i 27,5°, un poc més al nord; el clima global de la Terra era més càlid que l'actual.

Material

S'han recollit 545 *H. oblongus*, dels qual s'ha pogut mesurar amb precisió la longitud de 343 exemplars. El material es disposa a la col·lecció paleontològica i mineralògica de l'Ajuntament d'Onda (Castelló), amb els registres CFC2521.1 al CFC2521.545. Per a l'estudi tafonòmic s'han estudiat al camp, incrustats en la matriu, en la pròpia capa, 146 exemplars d'*H. oblongus*.

Mètode

D'acord amb el criteri de Martinell *et al.* (1980) es considera que un estudi paleoecològic ha de basar-se en les premisses d'un estudi tafonòmic del jaciment i una mostra establerta amb mètodes estadístics i aconseguida mitjançant tècniques que assegurin l'atzar en la recollida dels exemplars.

L'estudi tafonòmic del jaciment és objecte d'un altra publicació (Forner i Castany, en premsa) tot i que s'inclouen en els resultats algunes dades bàsiques al respecte. Dins de l'estudi s'ha fet una recerca de tots els exemplars d'*H. oblongus* (N= 146) que es podien observar en la capa, inclosos en la matriu sòlida; s'ha pres, entre altres dades, la posició de cada exemplar respecte de la què tenia en vida i l'orientació amb brúixola de l'eix anterior-posterior, el pla de Lovén (1874), per establir si existia orientació dominant.

Partint de la característica que els equinoïdeus tenen un creixement al llarg de tota la vida s'ha considerat la dimensió màxima com un indicador de l'edat. De fet, la utilització de la longitud de la conquilla (*size-frequency diagram*) en invertebrats que no tenen una parada de creixement ha estat usada generalment per analitzar l'estructura d'edat d'una població. I quan ha estat possible fer una comparança de la utilització de la longitud de la conquilla

amb altres procediments més directament relacionats amb estadis de creixement com ara el número de voltes en gasteròpodes, ha donat corbes de creixement molt semblants en ambdós procediments (Porta, 1981). La longitud, en un equinoïdeu irregular, és la dimensió màxima de l'eix anterior-posterior. S'han establert vuit estadis de creixement. Per l'obtenció de la longitud dels intervals de classe s'ha seguit a Doménech (1982). S'analitza, en conseqüència, l'estructura d'edat de l'espècie a partir del moment en què van morir; es representa mitjançant un diagrama de freqüència de l'edat.

Per a l'obtenció d'una mostra significativa per estimar les proporcions de cada classe (Doménech, 1982), se n'ha escollit una superior a $n = 400$, perquè amb un risc del 5%, la precisió fóra del 5%; finalment aquesta ha estat lleugerament inferior (5,4 %), atès que després de comptar i mesurar en el laboratori els 545 exemplars recollits a l'atzar en el camp, únicament s'han pogut mesurar amb precisió 343 individus. S'han descartat tots aquells que, bé per trencaments o deformacions, bé per contenir restes de matriu, no permetien la mesura exacta. S'han seleccionat tots els exemplars corresponents a un mateix jaciment i a un mateix estrat d'una potència prospectada de pocs centímetres. Per tal que l'elecció de la mostra fóra a l'atzar s'ha llançat aleatòriament dins la superfície del jaciment un cercle (diàmetre 49 cm; superfície 0,1886 m²) i s'han recollit els exemplars visibles en superfície que hi quedaven a dins. S'ha repetit l'operació 36 vegades (6,78 m²) fins assolir una mostra suficient. En 16 d'aquestes 36 mostres es recolliren, a més dels exemplars d'*H. oblongus*, tots el fòssils majors de 5 mm i fragments que es podien assignar a un sol individu a l'objecte d'obtenir dades de l'associació fòssil (3,02

m²; $n = 856$). En total, la mostra recollida només en aquestes 16 extraccions és de 856 exemplars, entre ells 286 *oblongus*. El detall de les espècies trobades es presenta en la taula 1. Tots els exemplars de l'equinoïdeu s'han identificat, numerat i mesurat amb peu de rei; les mesures es donen en mm arrodonides a dècimes de mm.

En la sistemàtica, nomenclatura i ecologia s'ha seguit el Moore (Durham, 1966; Fischer, 1966); per l'espècie s'ha seguit a Villalba (1993; 2003) i Domínguez *et al.* (2009); i en la terminologia tafonòmica a Kidwell *et al.*, (1986) i De Renzi *et al.* (1978).

Resultats

Tafonomia

Segons l'estudi tafonòmic (Forner i Castany, en premsa) ens trobem davant d'una paleobiocenosi, una comunitat fòssil formada per elements pertanyents a la mateixa antiga biocenosi que no ha estat transportada. Els fòssils en capa no presenten cap orientació definida, estan sencers (98 %) i no presenten mostres de fragmentació. Els pocs exemplars trencats (2 dels 146, observats en la capa), de tall net al marge de la matriu, s'han assignat a processos post desenterrament, degut a canvis bruscos de temperatura. No hi ha hagut arrossegament hidrodinàmic abans de l'enterrament, per tant no hi ha fenòmens de selecció dinàmica de materials. En cap dels exemplars hi ha signes de rodament. El 61% dels casos conserven la posició de vida amb la cara oral cap a sota, el 27% estan invertits (peristoma cap amunt) i el 12 % restant en posició lateral; la ubicació inestable d'aquests darrers només és imaginable en un substrat amb certa consistència. Aquestes últimes dues posicions, que suposen un terç

l'el total, fan pensar que hi ha una moderada perturbació, entre la que s'ha d'incloure l'activitat excavadora de la pròpia espècie. La conservació és perfecta, es poden comptar tots els tubercles on s'insereixen les radioles, es veuen els gonoporus, el nadreporit i els porus ambulacrals. No s'ha apreciat en els equinoïdeus, de forma generalitzada, incrustacions *post mortem*, de la qual cosa s'ha interpretat que els fòssils no haurien estat exposats inicialment ni exhumats amb posterioritat. En les mostres, les regressions de predadors són percentualment baixes (14 %) i podrien pertànyer a atacs no reeixits o que, tot i causar la mort de l'equinoïdeus, aquest no va ser consumit. No es pot, però, avaluar l'impacte total de la depredació sobre l'espècie perquè no hi queda constància ni de la pèrdua que suposa la desaparició total de l'exemplar ni de les fracturacions totals de les conquilles que podrien impedir la fossilització, atès que permetria a la carn el depredador havia de rompre la conquilla. Entre les alteracions dels fòssils diagenètics, l'única remarcable és la constatació d'un procés de dissolució de les conquilles d'aragonita prèvia a la compactació definitiva, atès que no hi ha cavitats i els fòssils que tenen aquesta constitució en la conquilla, com ara els gasteròpodes, s'han conservat en forma de notlle intern: *Aporrhais simplex* (Coquand, 1865); *Trochonerita gigas* (Verneul & Loria, 1868). Per contra, tots els que estan formats per calcita han conservat la conquilla com el cas de les famílies Ostreidae i Pectinidae dins la classe Bivalvia i els Equinoderms: *Ceratostreon tuberculiferum*, Koch & Dunker, 1837; *Veithea atava* (Roemer, 1839); *Leptosalenia prestensis* (Desor, 1856). En conclusió, no s'hi constaten processos biostratinòmics, alteracions entre la mort del organisme i el seu enterrament, ni fòssils diagenètics, alteracions que pateixen les restes entre

l'enterrament i el seu descobriment, que podrien alterar l'estructura d'edat de l'espècie analitzada. Les úniques alteracions remarcables són els processos de meteorització; els erigons mostren una dissolució parcial i poc intensa en la calcita de la conquilla per l'efecte de la pluja, lleugerament àcida pel CO_2 dissolt, després de ser desenterrats i quedar exposats. També hi ha algun trencament recte per fractura de la matriu causada pel gel. En qualsevol cas, aquests fenòmens no alteren ni la composició de l'estructura de edat de l'espècie ni el percentatge de la comunitat perquè no han eliminat cap individu. No s'aprecia que actue cap element de forma diferencial per la grandària del fòssil.

No s'ha pogut constatar cap procés de *time averaging* (Fürsich, 1990), que nosaltres anomenem condensació temporal, davant altres possibles traduccions com ara "*d'homogenització temporal*" (Martinell, 1997: 139) o "*promedio temporal*" (Fernández-López, 2000: 273), perquè no s'ha pogut establir la velocitat de sedimentació. La capa explorada és centimètrica. En qualsevol cas, d'haver existit, no sembla que aquest fenomen hagi

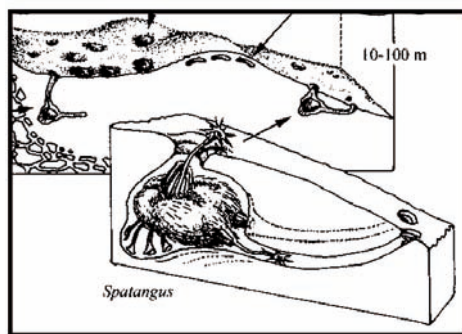


Fig. 3. *Modus* de vida infauníc dels Echinoidea de l'ordre Spatangoida. Pres de Dominguez *et al.* (2009).

Fig. 3. *Infaunic lifestyle of Echinoidea Order Spatangoida.* From Dominguez *et al.* (2009).

pogut afectar a l'estructura d'edat de la població; potser sí a la densitat de la concentració o a l'increment de la biodiversitat de la comunitat.

El jaciment es tracta d'una concentració de fòssils (Fürsich, 1990); la densitat en superfície del material recollit de tot tipus de macrofòssils (individus majors de 5 mm) és de 270 exemplars per m². Tots són marins i predominen els infàunics (71%). No presenten cap classificació per grandària.

Per concloure, cal afirmar que la paleobiocenosi que presenta el jaciment permet fer interpretacions paleoecològiques (Reguant, 1991).

Estudi poblacional

L'espècie estudiada, *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821), és un equinoideu irregular de l'ordre Spatangoida. En aquest ordre les espècies són infàuniques, detritívores, amb adaptacions a la forma de viure colgat. La majoria dels equinoideus irregulars actuals viuen més o menys enterrats en substrats d'arena o fang (Durham, 1966: U259). S'interpreta que *H. oblongus* vivia enterrat dins del substrat tot de manera permanent (Fig. 3). Aquestes característiques afavoreixen un alt percentatge de fossilització i que aquesta es produeix en perfectes condicions. De fet en els 16 cercles on s'han recollit tots els fòssils (N= 856) hi havia 2 exemplars de l'equinoideu regular *Leptosalenia prestensis* (sencers, sense pues i sense incrustacions), que són eriçons epibentònics i vegetarians davant dels 286 irregulars d'*H. oblongus*, infàunics i detritívors; la proporció dels primers (<1%), no es pot correspondre òbviament a la comunitat viva. L'esbiaixament en el registre fòssil dels equinoideus lligat al *modus* de vida ha estat assenyalat per

Greenstein (1993). És important recordar que la conquilla d'aquest eriçó irregular és molt poc gruixuda i, per aquest motiu, feble; la componen múltiples peces que es poden desarticular si no queda enterrada ràpidament. La desarticulació de la corona dels equinoideus que queden exposades és qüestió de dies (Kidwell i Baumiller, 1989; 1990; Greenstein, 1991). El mineral que la conforma, però, és calcita, que és més estable que l'aragonita per la qual cosa en condicions d'enterrament immediat es conserven bé les conquilles; també pot jugar un paper en la conservació tenir l'estómac ple de sediment, atès el seu caràcter detritívor. Per aquestes característiques, ser infàunica i amb conquilla de calcita, s'ha escollit aquesta espècie per estudiar l'estructura d'edat. No presenten incrustacions, circumstància que indica que no han quedat exposats fora del substrat en cap moment. L'enterrament "*in situ*" conformarà una paleobiocenosi o comunitat fòssil que en principi hauria de registrar fidelment la composició específica i l'estructura d'edat dels organismes amb parts dures, com han indicat Fürsich (1990) i Martinell (1997). La predació no presenta un efecte important sobre la viabilitat de la població, que continuarà estant ben representada en el sentit ascendent de la columna estratigràfica.

La densitat mitjana d'*H. oblongus* en la mostra és de 80 exemplars/m². És una de les dues espècies dominants en la comunitat fòssil (Taula 1). És l'únic equinoideu irregular que s'ha recol·lectat, dins i fora de la mostra. La longitud dels exemplars recol·lectats presenten un interval que va dels 5,5 mm als 57,2 mm. S'han establert 8 estadis de creixement (Taula 2). Els primers presenten un percentatge sobre el total sempre inferior al següent. No minven fins al quart estadi (interval de 24 a 29 mm de longitud). I és a partir d'aquest quan

Tàxon	núm.	%
ECHINODERMATA	288	33,64
<i>Heteraster oblongus</i> (Brogniart, 1821)	286	33,41
<i>Leptosalenia prestensis</i> (Desor, 1856)	2	0,23
MOLLUSCA. BIVALVIA	118	13.79
<i>Pseudolimea royeriana</i> (Orbigny, 1847)	4	0,47
<i>Trigonia caudata</i> (Agassiz, 1840)	2	0,23
Trigoniidae	3	0,35
<i>Neithea atava</i> (Roemer, 1839)	15	1,75
<i>Cerastostreon tuberculiferum</i> , Koch & Dunker, 1837	39	4,56
Ostreidae	11	1,29
Bivalvia spp	44	5,14
MOLLUSCA. GASTROPODA	334	39.02
<i>Trochonerita gigas</i> (Verneul & Lorient, 1868)	1	0,12
<i>Aporrhais simplex</i> Coquand, 1865	319	37,27
Bullidae	1	0,12
Gastropoda spp	13	1,52
CNIDARIA. ANTHOZOA	44	5.14
<i>Cycloseris escosurae</i> Mallada, 1887	44	5,14
ANNELIDA	71	8.29
Serpulidae	71	8,28
ARTHROPODA. CRUSTACEA	1	0.12
Decapoda	1	0,12
TOTAL	856	100,00

Taula 1. Llista d'espècies i freqüència de la comunitat fòssil del Mas de Borràs (Conca del Maestrat).

Table 1. Species list and frequency of the fossil community from Mas de Borràs (Maestrat basin).

decreixen progressivament en la seua participació del total. A la darrera classe la davallada és molt important respecte l'anterior com es pot esperar dels exemplar més vells.

Dins la mostra de la comunitat (Taula 1) els equinoïdeus representen el 34% del total d'individus. Ens indicaria un medi plenament marí de salinitat normal. El filum més important, tant en nombre d'espècies com d'exemplars, és Mollusca, amb el 53%. Amb el predomini de la classe Gastropoda amb l'espècie més abundant del jaciment, *Aporrhais simplex* Coquand, 1865, gasteròpode carnívor d'hàbits endobentònics. És remarcable la important

presència d'un corall solitari amb més d'un 5% del total de fòssil de la mostra, que ens ajuda a fixar el límit màxim de profunditat: 100 m atès que els cnidaris hermatípics, que fabriquen un exoesquelet calcari, en alguns casos ajudats per les algues zooxantel·les que viuen simbiòticament amb ells, no poden viure més enllà dels 100 m de fondària, que és el límit fins on poden viure aquelles algues (Àlvarez, 1988). No hi ha braquiòpodes. Dominen les espècies endobentòniques, tot i que no hi ha que obviar un possible esbiaix pel modus de vida. I encara els epibentònics més freqüents com el corall citat, *Cycloseris escosurae* Mallada, 1887 o l'ostreïd *Cera-*

intervals L mm	n	%
< 12	46	13,41
12 a 17,9	55	16,03
18 a 23,9	59	17,20
24 a 29,9	79	23,03
30 a 35,9	43	12,54
36 a 41,9	32	9,33
42 a 47,9	25	7,29
>47,9	4	1,17
Total	343	100,00
L màxima	57,20	
L mínima	5,50	
mitjana	25,08	
desviació estàndard	10,85	

Taula 2. Distribució en intervals de longitud (L) d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) de l'Aptià del Mas de Borràs (Conca del Maestrat).

Table 2. Length intervals (L) distribution of *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) from Mas de Borràs Aptian (Maestrat basin).

tostreon tuberculiferum Koch & Dunker, 1837, amb un 4,6 % de la mostra, es fixen sobre conquilles, no sobre el substrat dominant.

Discussió

L'alta densitat d'*H. oblongus*, de 80 individus per m², suggereix que aquests equinoïdeus mostren una tendència al gregarisme o, si més no, a les altes concentracions quan es donen condicions favorables. Això mateix ocorre amb altres espècies d'equinoïdeus irregulars. *Dendraster excentricus* s'ha citat amb una densitat extrema de 480 ind/m² (Durham, 1966). L'abundància de l'espècie també ve reflectida en el fet, poc usual, que a la comarca dels Ports hi ha un nom popular específic per a aquest fòssil: “corets”, per la

forma, que recorda un cor. Cal concloure que les condicions, en principi, els eren molt favorables; possiblement disposaven d'un detritus ric que podia alimentar una població molt densa i no es veien afectats per altres factors restrictius (salinitat, oxigen, etc) o pressió excessiva dels depredadors. La proximitat al continent, tal com indiquen els aportaments d'argiles, pot explicar l'abundància d'aliment esmentada. No es pot descartar tampoc el fet que puntualment es produïren episodis (tempestes, fortes avingudes) que alteraren radicalment la situació (canvis en salinitat, acumulacions sobtades de sediments...) i que suposaren mortalitats generalitzades. La situació global que representa l'estructura d'edat ens indica una espècie sobre la qual la pressió dels caçadors no afecta el seu estat de desenvolupament ni pateix altres factors limitants, les densitats són molt altes i la piràmide, completada en tots els intervals, mostra una estructura normal en condicions òptimes.

Un recent estudi indica que la grandària per si sola no és un element que incrementa la probabilitat de la preservació (Behrensmeier *et al.*, 2005). No tenim cap element que pugui suggerir que dins aquesta població la preservació siga diferent per grandària. La baixa proporció dels fòssils en els estadis juvenils es deu possiblement a una causa bioestratigràfica. La capa més superficial del substrat devia estar més sotmesa a la bioturbació, fonamentalment a l'acció de peixos i decàpodes, i a les alteracions d'onatge fins i tot en un medi molt tranquil; per la qual cosa el perill de ser desenterrat i quedar exposat seria directament proporcional a la fondària de l'enterrament. Aquest procés bioestratigràfic seleccionaria negativament els individus pertanyents als estadis de creixement inferiors, de grandària més menuda. Aquests fenòmens no afectarien

els individus grans, enterrats a major profunditat (des de la classe 24 a 29 mm), on la fondària del seu enterrament devia assegurar una situació estable, no alterada i, per tant, una bona fossilització. Per al cas que ens ocupa es creu que aquest llinar s'assoleix a la fondària que en vida ocupava l'estadi quart, això és, els exemplars entre 24 i 29 mm de longitud. La profunditat de la seua ubicació era de forma necessària superior als dos centímetres, com s'indicarà, sense poder precisar més. Aquesta circumstància permet suggerir que encara hi quedarien dos intervals subrepresentats, que, imaginem, s'enterrarien a profunditats superiors a dos centímetres i que no apareixen en la peça que es comenta a continuació. Dins d'un dels cercles de mostreig va aparèixer una peça singular (Fig. 4).

No se n'ha trobat cap altra, tot i cercar-la, en el jaciment, en visites posteriors. És una peça de matriu amb fòssils, de 4 cm de costat i un gruix que varia de 9,8 mm a 18,9 mm. La superfície és inferior a 13 cm². Conté 41 exemplars visibles per les dues cares (5 d'ells mesurables) d'*H. oblongus* i 6 fragments menors a 1 cm d'exemplars grans d'aquesta espècie, múltiples fragments no classificats d'altres espècies i un exemplar complet del cnidari *Cycloseris escosurae* (Mallada, 1887). Els trets que fan singular la peça són els següents: (1) hi ha abundant fragmentació, que no s'ha trobat en la resta del jaciment, ni en la capa. Conté 6 fragments de plaques d'ericons, d'*H. oblongus*; en algun cas corresponen a ambulacres, de mesures mitjanes. No se'n troben solts: cap en la mostra. (2) El major

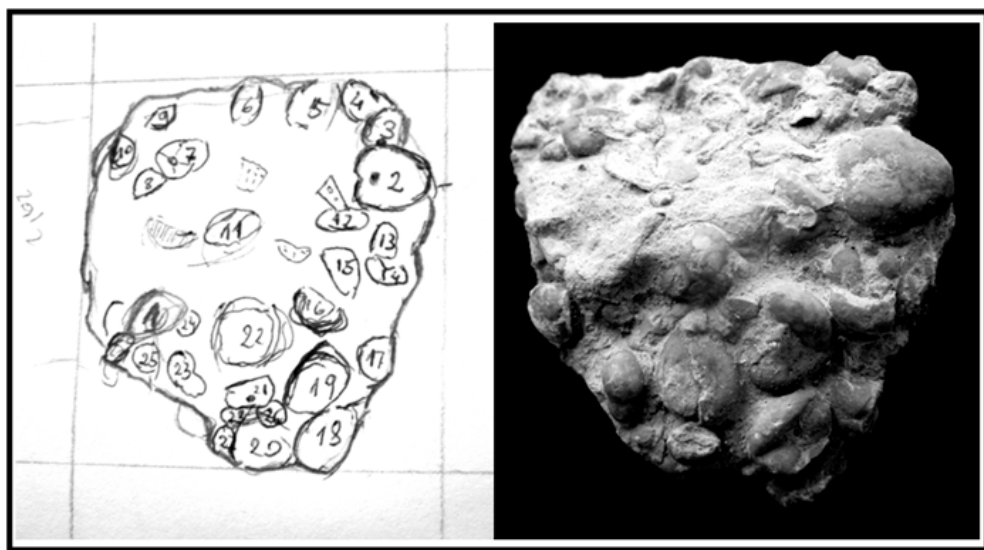


Fig. 4. Peça amb matriu i *Heteraster oblongus* (numerats) del primer interval de grandària, els més joves. De l'Aptià del Mas de Borràs (Conca del Maestrat). Mesures: 40 x 40 x 19 mm. Vista del sostre. Tots els números representen *H. oblongus*.

Fig. 4. Piece with matrix and *Heteraster oblongus* (numbered) of the first stage (the youngest). Mas de Borràs (Maestrat basin) from Aptian. Measures: 40 x 40 x 19 mm. Top view. All numbers represent *H. oblongus*.

dels 41 individus sencers mesura 9,5 mm aproximadament, és a dir tots són del primer estadi de creixement; no n'hi ha cap, sencer, corresponent als altres estadis. (3) La posició d'aquests exemplars està força alterada ja que un 45% estan en posició lateral (plantats), inestable, front al percentatge de l'11,6 % dels que s'han estudiat en la capa ($n = 146$): quatre vegades més. (4) La densitat, considerant els individus sencers per superfície en qualsevol de les dues cares d'aquesta peça singular, és superior a 15.000 ind/m² quan la mostra general presenta 80 ind/m². Tot apunta que el fragment singularment conservat correspondria a la primera capa, més exposada (1-2 cm), que normalment no fossilitzaria. L'extraordinària densitat mostrada en la peça suggereix que devia haver una classe inferior d'*H. oblongus* força abundant, com caldria esperar. Això contrasta amb el resultat de la mostra en el seu conjunt. D'altra banda és de suposar que la població presentaria una estructura corresponent a un situació òptima: l'hàbitat els era favorable i no tenien restriccions importants de nutrients; les condicions vitals i la pressió dels predadors no alterava la seua viabilitat. La piràmide d'edat està ben estructurada i s'assoleix la màxima longitud, 57,2 mm, registrada per l'espècie. (Villalba, 1993; 2003). Aquest fet es reforça també per les altes densitats assolides i per tractar-se de l'únic equinoideus irregular present al jaciment, que ocupa en exclusiva el nínxol ecològic.

Agraïments

Als propietaris del Mas de Borràs, la família Ferrer, per les facilitats per accedir a la finca. A Rosa Domènech i Jordi Martinell per la lectura del text i els molts suggeriments per millorar-lo. A Emili

Gombau per aixecar la columna estratigràfica. A Vicent Gual per la col·laboració en les figures. A Miquel Tirado per la revisió dels textos en anglès. A Vicent Usó per la correcció ortogràfica. Als revisors que, amb els seus suggeriments, han contribuït a millorar l'article.

Referències

- Astre, G. 1925. Une comatule aptienne de la province de Castellón. *Butlletí Institució Catalana d'Història Natural*, tom 35: 170.
- Bataller, J.R. 1945. Segundo suplemento a La fauna coral·lina del Cretàcic de Catalunya i regions limítrofes. *Anales de la escuela S. de Agricultura*, vol. V. Barcelona.
- Bataller, J.R. 1947-50. Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España, publicat en *Anales de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. (1947) Volumen XXVII, núm. 12 memòria 586 3^a època: pp 279-484; i *Anales de la Escuela de Peritos Agrícolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura*, Volumen VI (1947): 2-186; Volumen VIII (1949): 5-148; Volumen IX (1950): 61-165.
- Bataller, J.R. 1959. Primer suplemento a la "Sinopsis de las especies nuevas del Cretáceo de España". *Boletín del Instituto Geológico y Minero*. Tomo LXX: 1-77.
- Behrensmeyer, A.K., Fürsich, F.T., Gastaldo, R.A., Kidwell, S.M., Kosnik, M.A., Kowalewsky, M., Plotnick, R.E., Rogers, R.R. i Alroy, J. 2005. Are the most durable shelly taxa also the most common in the marine fossil record? *Paleobiology*, 31 (4): 607-623.
- Best, M.M.R., Ku, T.C.W., Kidwell, S.M- i Walter, L.M. 2007. Carbonate preservation in Shallow Marine Environments: Unexpected role of tropical silicalastics. *The Journal of Geology*, vol. 115: 437-456.
- Calzada, S. 1973. *Confusiscala canerotii* n. sp. del Aptiense inferior de Chert (Castellón). *Acta Geológica Hispànica*, 4: 131-133.

- Calzada, S. 1976. Dos moluscos del Infracretácico español. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, 74: pp. 29-35.
- Calzada, S. 1989. Gasterópodos del Aptiense inferior de Forcall (Castellón, España). *Batalleria*, 2: 3-22.
- Calzada, S. i Urquiola, M.M. 1995. Algunos nerineidos del Cretácico de Castellón. *Batalleria*, 5: 59-63.
- Calzada, S. i Forner, E. 1996. Algunas acteoninas cretácicas (Gasteropoda) del Levante español. *Batalleria*, 6: 39-44.
- Calzada, S. 1996. Gasterópodos hauterivienses de Castellfort (Castellón). *Batalleria*, 6: 67-75.
- Calzada, S. 2000. Algunos gasterópodos aptienses de Cervera del Maestrat. *Batalleria*, 9: 31-35.
- Calzada, S. 2000. *Asensidea asensii*, de Olocau del Rey.
- Calzada, S. 2005. Sobre *Aphanoptyxis forneri* n. sp. (Nerineido cretácico) y su inclusión en *Aphanoptyxinae* nova subfamilia. *Batalleria*, 12: 45-48.
- Calzada, S. i Forner, E. 2006. Un nuevo tróquido del Aptiense de Cervera del Maestre. In: *Miscel·lania en homenatge a José Eixarch Frasnó*: 49-51. Ajuntament de Forcall. Vinaròs.
- Calzada, S. i Forner, E. 2009. Algunos gasterópodos cretácicos de Cervera del Maestrat. *Batalleria*, 14: 37-48.
- Canerot, J. i Collignon, M. 1981. Le faune albienne de Traiguera (province de Castellon -Espagne)", *Docum. Lab. Géol.*
- Canerot, J, Cuny, P., Pardo, G. Salas, R., i Villena, J. 1982. Ibérico Central Maestrazgo. In: A. Garcia Ed.: *El Cretacico en España*: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Coquand, H. 1865. *Monographie paléontologique de l'étage Aptien de l'Espagne*. Société d'Émulation de la Provence. Marseille.
- Cossmann, M 1904, *Essais de Paléoconchologie comparée*, 6, 152 p., Paris.
- De Renzi, M., Martinell, J. i Reguant, S. 1975. Bioestratigrafía, tafonomía i paleoecología. *Acta Geològica Hispànica*, 10(2): 80-86.
- De Renzi, M. i Martinell, J. 1979. Algunos aspectos de la problemàtica de la especie paleontológica. Aplicación al caso de diferenciación biométrica de *Nassarius semistriatus* (Brocchi, 1814) y *N. elatus* (Gould, 1845). *Studia Geologica* 15: 7-36.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Kreipper, A.L., Grandjaquet, C. Sbornshikov, I.M., Geissant, J., Lepurier, C., Pechensky, D. D.H., Boulín, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lamer, J.P. i Biju-Duval, B 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since Lias. *Tectonophysics*, 123: 241-315.
- Domènech i Massons, J. 1982. *Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores*. Editorial Herder. Barcelona.
- Domínguez, P., Le Menn, J., Martí Mus, M. i Villalba, M.P. 2009. Equinodermos. In: Matínez Chacon, M. L. y Rivas, P. (eds.). *Paleontología de invertebrados*: 447-496. Sociedad Española de Paleontología, IGME, Univ. de Oviedo y Univ. de Granada. Oviedo.
- Durham, J. W. 1966. Ecology and Paleoecology. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 1*: U257-U265. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.
- Fernández-López, S. 2000. La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. *Coloquios de Paleontología*, 51: 267-280.
- Fischer, A. G. 1966. Spatangoids. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 2*: U543-U628. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.
- Forner, E. 2009. *Gimmentome pizcuetana* (Vilanova, 1859): 150 anys de la descripció del primer fòssil castellonenc. *Ribalta. Quaderns d'aplicació didàctica i investigació*, 14: 129-138.
- Forner, E. 2010. Patrimoni paleontològic de Xert. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, 82: 132-147.
- Forner, E. 2011a. El patrimoni paleontològic

- de Teruel y la conservación de los holotipos. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, Tom LXXXVI, gener-desembre 2010: 11-24.
- Forner, E. 2011b. Assaig de catàleg de les espècies fòssils descrites a la província de Castelló. Comunicació al *2n Congrés sobre fauna castellonenca*. 25-27 de febrer 2011. Castelló de la Plana.
- Forner, E. i Castany, J. 2010. Espècies fòssils descrites al Maestrat. Comunicació a les *Jornades d'Estudi del Maestrat*. 1-3 d'octubre, Rossell. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, n. 84: 108-118.
- Forner, E. i Castany, J. (en premsa) Estudi tafonòmic i paleoecològic del jaciment del Mas de Borràs (Morella, els Ports). *Nemus* 2.
- François, E. Marchand, D. i David, B. 2003. Fluctuations morphologiques et hétérochronies chez *Toxaster* (échinides, Crétacé inférieur). *C.R. Palevol.*, 2: 597-605.
- François, E. i David, B. 2006. Variations morphologiques des *Toxaster* (Echinoida: Spatangoida) en regard des fluctuations spatiales (Arc de Castellane, SE France) et temporales (Valanginien-Hauterivien) du milieu sédimentaire: expression d'un potentiel adaptatif restreint. *Geobios*, 39: 355-371.
- Fürsich, F.T. 1990. Fossil concentrations and Life and Death Assemblages. In: D.E.G. Briggs, D.E.G. i Crowther P.R.(eds.). *Palaeobiology: A synthesis*: 235-239. Blackwell Scient. Publ. Cambridge.
- Greenstein, B.J. 1991. An integrated Study of Echinoid Taphonomy: predictions for the fossil record of four echinoid families. *Palaaios*, 6: 519-540.
- Greenstein, B. J. 1993. Is the fossil record of regular Echinoids really so poor? A comparison of living and subfossil assemblages. *Palaaios*, 8: 587-601.
- Guimerà, J. 1984. Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian peninsula. *Geol. Mag.*, 121: 413-420.
- Kidwell, S.M., Fürsich, F.T. i Aigner, T. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaaios*, 1: 228-238.
- Kidwell, S.M. i Baumiller, T. 1989. Post-mortem disintegration of echinoids: effects of temperature, oxygenation, tumbling and algal coats. *Abstracts of the 28th International Geological Congress (Washington, D.C.)*, 2: 188-189.
- Kidwell, S.M. i Baumiller, T. 1990. Experimental disintegration of regular echinoids: roles of temperature, oxygen and decay thresholds. *Paleobiology*, 16: 247-271.
- Lambert, J. 1928. Note sur quelques Echinides du Crétacé d'Espagne communiqués par M. le Prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28: 147-157.
- Lambert, J. 1935. Échinides crétacés d'Espagne II. Sur quelques échinides crétacés d'Espagne, communiqués par M. le prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 35: 521-526.
- Lànderer, J. 1872. *Monografía paleontológica del piso áptico de Tortosa, Chert y Benifazá*. Casa Carlos Bailly-Baillière. Madrid.
- Lovén, S. 1874. *Études sur les échinodées*. Svensk Vetenskapsakad., Handl., v. 11: 1-91, pl. 1-53.
- Mallada, L. 1887. Sinopsis de las Especies fósiles que se han encontrado en España. III. Terreno Mesozoico. *Boletín Comisión Mapa Geológico de España*: 171 p., 64 lámines. Madrid.
- Martinell, J. 1997. Tafonomía y paleoecología: reflexiones sobre un pacto necesario. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 23: 137-152.
- Martinell, J., Doménech, R. i Marquina, M.J. 1980. Premisas para el análisis paleoecológico. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 78: 133-140.
- Moreno-Bedmar, J.A. & García, R. 2011. Análisis bioestratigráfico de los ammonioideos del Aptiense inferior (Cretácico Inferior) del Miembro Cap de Vineyet (Formación Margas de Forcall) de la subcuenca de Morella. Consideraciones sobre el límite Barremiense-Aptiense. In: Pérez-García, A., Gascó, F. Gasulla, J.M. & Escaso, F. (Eds.), *Viajando a Mundos*

- Pretéritos*. Ajuntament de Morella. Morella. 400 pp.
- Nebelsick. 2004. Taphonomy of Echinoderms: introduction and outlook. In: München-Heinzeller & Nebelsick Ed. *Echinoderms*. Taylor & Francis Group. London.
- Paul, C.R.C. 1992. How complete does the fossil record have to be? *Revista Española de Paleontología*, 7 (2): 127-133.
- Porta, J. de. 1980. Curvas de supervivencia en poblaciones de moluscos fósiles. Aplicación a *Hydrobia stagnalis* y *Cardium glaucum* del Cuaternario del Cabo de Salou (Tarragona, España). *Com. Prim. Cong. Nac. Malac.*: 31-33.
- Porta, J. de. 1981. Some fundamental aspects of paleontological methodology: its problems and incidence. *Acta Geològica Hispànica*, 16: 45-53.
- Prever. 1904. Osservazione sopra alcune nuove Orbitoides. *Atti Accad. R. della Scienze di Torino*, 39: 1-5.
- Rat, Pierre. 1982. Factores condicionantes en el cretácico de España. *Cuadernos Geología Ibérica*, 8: 1059-1076.
- Reguant, S. 1991. Estratigrafía y registro fósil. *Acta Geològica Hispànica*, 26: 91-95.
- Royo, C. 1995. Un nuevo árcido del Aptiense de Forcall. *Batalleria*, 5: 51-53.
- Reig, J.M. i Calzada, S. 1993. Nuevos datos sobre la fauna albiense de Traiguera (Castellón). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 17: 371-392.
- Salas, R. 1986. El ciclo cretácico inferior al margen oriental d'Ibèria. In: Folch i Guillèn, R. Ed.. *Història natural dels Països Catalans. I Geologia I*. 439 pp. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Salas, R. i Guimerà, J. 1996. Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706. Madrid.
- Salas, R. i Guimerà, J. 1997. Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior – Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, vol. 108-4 y 5: 393-402.
- Salas, R., Colombo, F., Gàmez, D., Gómez, B., Gasulla, J.M., Martín-Closas, C., Moratalla, J., Panciotti, P., Querol, X. i Solé de Porta, N. 2003. *Guía de la Excursión. XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Morella, 31 pp.
- Saura, M. i Castany, J. 2011. Fauna equínida (Echinodermata: Echinoidea) en el Cretácico del Maestrazgo. In: Tirado, M. i Castany, J. (Eds.) 2011. *Actes del 1r congrés sobre fauna castellenca*: 31-36. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló de la Plana.
- Van Straelen, V. 1927. Contribution a l'étude des crustacés décapodes fossiles de la Péninsule Ibérique. *Eos, Revista Española de Entomología*, 3: 79-94.
- Verneuil, E. de et Lorieux, G. de. 1868. *Description des fossiles du Neocomien supérieur de Utrillas et ses environs (province de Teruel)*. Imprimerie Edmond Monnoyer. Le Mans.
- Vilanova, J. 1859. *Memoria geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón*, Madrid, Eusebio E. Aguado. Edició facsímil, 1994, València, Librerías Paris-València.
- Vilanova, J. 1870. *Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel, en sus relaciones con la agricultura de la misma*. Junta General de Estadística. Madrid.
- Villalba Currás, M. P. 1991. *Revisión de los equínidos del Cretácico inferior y medio español*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 900 p.
- Villalba Currás, M. P. 2003a. Los equínidos regulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 37-91.
- Villalba Currás, M. P. 2003b. Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 93-156.

Sobre la presencia de *Phryssonotus platycephalus* (Lucas, 1846) en el Archipiélago de Cabrera (Diplopoda: Polyxenida: Synxenidae)

Mateo VADELL

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Vadell, M. 2010. Sobre la presencia de *Phryssonotus platycephalus* (Lucas, 1846) en el Archipiélago de Cabrera (Diplopoda: Polyxenida: Synxenidae). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 85-92. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Se da a conocer la segunda cita para las Illes Balears y la primera para el Archipiélago de Cabrera, de un ejemplar perteneciente al diplópodo polixénido de la familia Synxenidae, concretamente en este caso se trata de una hembra juvenil. También se exponen algunos de sus caracteres que se utilizan para su determinación, así como los datos de su distribución conocida en la actualidad.

Palabras clave: Polixénido, Synxenidae, Archipiélago de Cabrera, Illes Balears.

SOBRE LA PRESENCIA DE *Phryssonotus platycephalus* (LUCAS, 1846) A L'ARXIPÈLAG DE CABRERA (DIPLOPODA: POLYXENIDA: SYNXENIDAE). Es dona a conèixer la segona cita per a les Illes Balears i la primera per l'Arxipèlag de Cabrera, d'un exemplar pertanyent al diplòpode polixènid de la família Synxenidae, concretament en aquest cas es tracta d'una femella juvenil. També s'exposen alguns dels seus caràcters que s'utilitzen per a la seva determinació, així com les dades de la seva distribució coneguda a l'actualitat.

Paraules clau: Polixènid, Synxenidae, Arxipèlag de Cabrera, Illes Balears.

ABOUT THE PRESENCE OF *Phryssonotus platycephalus* (LUCAS, 1846) IN THE ARCHIPELAGO OF CABRERA (DIPLOPODA: POLYXENIDA: SYNXENIDAE). Second record to the Balearic Islands and the first record for the archipelago of Cabrera, a specimen belonging to diplopoda, Polyxenida of the Synxenidae family, specifically in this case is a juvenile female. Some of the characters are described too for their determination and their distribution nowadays.

Keywords: Polyxenida, Synxenidae, archipelago of Cabrera, Balearic Islands.

Mateo VADELL, Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, Km 30,5. E-07100. Sóller, i Societat d'Història Natural de les Balears. C/ Margarita Xirgu, 16 baixos E-07011 Palma de Mallorca. E-mail: lithobius@hotmail.es.

Recepció del manuscrit: 15-jun-10; revisió acceptada: 30-des-10

Introducción

El Archipiélago de Cabrera está situado al sur de la Isla de Mallorca, entre 2° 54' 26'' E (costa W de Na Picamosques) y 2° 59' 18'' E (Punta de Llevant de na Foradada) y 39° 07' 06'' N (costa sur de

l'Estel de Fora) y 39° 13' 03'' (Punta des Bufador de na Foradada). Consiste en una isla principal llamada Cabrera (o Cabrera Gran, cuando puede haber confusión con el nombre de todo el Archipiélago) y 18 islas menores. El archipiélago pertenece administrativamente al término municipal

de Palma de Mallorca, capital de la Comunidad Autónoma de les Illes Balears y desde el año 1991 está declarado como Parque Nacional Marítimo-Terrestre (Fornós *et al.*, 1993).

Según la bibliografía consultada, se disponen de muy pocos datos a nivel nacional, sobre esta curiosa especie de diplópodo.

En las islas Baleares ha pasado prácticamente desapercibida incluso su primera cita para nuestro archipiélago, cuando fue recolectada en el año 2005 en Eivissa por Müller *et al.* (2007), no dándole, los mismos autores la menor importancia.

En el año 2009, cuando se realizaba la catalogación y el estudio de la colección de miriápodos del IMEDEA por parte del autor de este trabajo, aparece en uno de los frascos, un ejemplar muy curioso y no muy bien conservado de diplópodo, entremezclado con otros ejemplares de artrópodos, los cuales fueron recolectados para el proyecto “Fauna Endémica y Singular del Archipiélago de Cabrera” entre los meses de febrero y marzo de 1993 por G. X. Pons y cuya procedencia era la isla de Cabrera Gran.

Tras el estudio del ejemplar, se pudo constatar que pertenecía a una hembra juvenil de *Phryssonotus platycephalus* (Lucas, 1846), constituyendo la primera cita para el Archipiélago de Cabrera y la segunda para las Islas Baleares.

Hasta hace relativamente poco, el género *Phryssonotus* era el único representante de la familia Synxenidae que se conocía, pero posteriormente Nguyen Duy-Jacquemin (2006), describe un nuevo género perteneciente a esta familia, al cual denomina *Condexenus* y que procede de Namibia.

En la actualidad el género *Phryssonotus* está compuesto por unas 2 o 3 especies

fósiles y un total de 6 especies vivientes desigualmente repartidas en Centroamérica, Sudamérica, Sur de África, Papua-Nueva Guinea, Australia y la región mediterránea, siendo estas: *Phryssonotus cubanus* (Silvestri, 1948) de Cuba, *Phryssonotus orientalis* (Silvestri, 1900) de Uruguay, *Phryssonotus chilensis* (Silvestri, 1948) de Chile, *Phryssonotus capensis* (Silvestri, 1923) de la República de Sudáfrica, Mozambique, Madagascar y Papua-Nueva Guinea, *Phryssonotus novaehollandiae* (Silvestri, 1923) de Australia y *Phryssonotus platycephalus* (Lucas, 1846) del Norte de África, España y Sicilia (Silvestri, 1923; Condé, 1954; Rasnitsyn y Golovatch, 2004; Nguyen Duy-Jacquemin, 2006).

Según estudios realizados sobre fósiles conservados en ámbar, los representantes de la familia Synxenidae, ya estaban presentes durante el Cretácico y el Eoceno, de hecho fueron descritos de ámbar del Báltico (Menge Koch i Berendt 1854; Scudder 1885) y de ámbar birmano (Cockerell 1917; Rasnitsyn i Golovatch 2004) aportando las especies de *Phryssonotus burmiticus* (Cockerell, 1917) y *Phryssonotus hystrix* (Menge, 1854), posteriormente se descubre otro ejemplar fósil inmaduro de *Phryssonotus* sp. conservado en ámbar del periodo Albiense-Cenomaniense, procedente de Salignac (Haute-Provence, Francia) (Nguyen Duy-Jacquemin y Azar, 2004).

A partir de los caracteres, que definió Silvestri (1923) para la separación de las diferentes especies de este género, es extremadamente difícil y complicado diferenciar en las especies fósiles conservadas en ámbar, pues los caracteres que se basan en la determinación, son principalmente las tricomas, (denominadas por Silvestri 1923, sedas o tricoma **A** y **B**) alineadas cerca del tricobotrio anterior corto

y las cuales presentan un tamaño y un número variable; estas, las mayorías de las veces no son visibles en los ejemplares fósiles (Nguyen Duy-Jacquemin y Azar, 2004).

Material y métodos

El ejemplar estaba conservado en un frasco con alcohol de 70°, conjuntamente con otros ejemplares de artrópodos, con una etiqueta con la siguiente anotación: Cabrera Gran, 16-II al 15-III-1993 en trampa de caída, G.X. Pons leg.

Para su estudio y determinación se ha utilizado una lupa trinocular Motic SMZ-168 con cámara CCD Motic MC-2000 y el microscopio trinocular Kyowa Unilux-12 con cámara CCD Motic MC-2500.

El ejemplar ha sido diseccionado y posteriormente montado en 2 preparaciones microscópicas permanentes con polivinilo lactofenol.

En la preparación 160293-2A está la cápsula cefálica con las mandíbulas y los palpos, en la preparación 160293-2B está el resto del cuerpo.

Debido a la transparencia que ya presentaba de por sí, el ejemplar conservado, se optó por no aclararlo más.

La fotografía del hábitus lateral del ejemplar, está realizada con una cámara digital Olympus E-520 con un objetivo macro 105 mm Sigma DG Macro.

Resultados y discusión

Sistemática

Clase **DIPLOPODA** de Blainville in Gervais, 1844

Subclase **PENICILLATA** Latreille, 1825

Orden **POLYXENIDA** Verhoeff, 1934



Fig 1. Vista lateral de *Phryssonotus platycephalus*.

Fig. 1. Lateral view of *Phryssonotus platycephalus*.

Superfamilia **SYNXENOIDEA** Silvestri, 1923

Familia **SYNXENIDAE** Sivistri, 1923

Género **PHRYSSONOTUS** Scudder, 1885

Phryssonotus platycephalus (Lucas, 1846)

Sin=*Polyxenus platycephalus* Lucas, 1846

Koubanus platycephalus (Lucas, 1846)

Synxenus platycephalus (Lucas, 1846)

MATERIAL ESTUDIADO: Cabrera Gran, zona Monument als francesos: 1 ♀ juv. 16-II al 15-III-1993 en trampa de caída, G.X. Pons leg. (IMEDEA, Reg. nº 160293-2, montado en dos preparaciones microscópicas).

Ejemplar en mal estado de conservación, de unos 4.5 mm de longitud, con 14 pares de patas. Las antenas únicamente conservan los 3 primeros artejos basales, faltan también la gran mayoría de tricomas del cuerpo de tipo barbulado y las de tipo escamosa; el telson únicamente conserva algunas tricomas cortas barbuladas en su parte lateral anterior ventral (Fig. 1).

Cabeza con 11 ojos, tricoma corta frontal (A) con una longitud de 157 µm, la

tricoma larga frontal (**B**) extraviada, tricobotrio primero frontal (**a**) de unas 167.6 μm , tricobotrio tercero frontal (**c**) de unas 46 μm , órgano de Tömösvarý de forma redondeada y con un diámetro de 12 μm ; en el lado izquierdo únicamente dispone del tricobotrio primero frontal (**a**), el tricobotrio segundo frontal (**b**) y las tricomas frontales **A** y **B** se han extraviado (Fig. 2).

Clípeo hacia la zona del labro con numerosas sedas y que oscilan con unas longitudes entre las 21.5 μm las más pequeñas a 57 μm las más grandes.



Fig. 2. Insección tricomas y tricobotrio frontales.
Fig. 2. Insertions of trichomes and frontal trichobothria.



Fig. 3. Palpo gnathochilarium.
Fig. 3. Gnathochilarial palp.

Labro densamente puntuado, asemejándose a una cota de malla.

La cabeza presenta cuatro áreas distintas de inserción de tricomas de tipo barbulada; las que se conservan en estas áreas oscilan con unas longitudes de 161 μm a 231 μm .

Expansión lateral del palpo gnathochilarium larga, de aproximadamente 172 μm hasta la base de inserción del sensilo apical (Fig. 3). Cada expansión de los palpos cuenta con un número de 22 sensilos y ambas partes del palpo medio con 27 sensilos, presentando distinto número de sensilos en los palpos que los expuestos por Silvestri (1923) en sus dibujos (24 en los palpos laterales y 15 en los palpos medios).

Collum con tricomas barbuladas dispuestas en 2 grandes áreas ovales.

Los terguitos II al X presentan las tricomas de tipo de escama, dispuestas en 2 filas transversales (una fila submedial y otra posterior) y cada extremo lateral de los terguitos prolongados por sedas de tipo barbuladas.

Telson de forma cónica, con una fila transversal de inserción de tricomas, posiblemente de tipo de escama (ya que estas han desaparecido) y unas 11 filas laterales y posterior de tricomas barbuladas, las cuales compondrían el pincel caudal y que únicamente conserva algunas de ellas cortas de la parte anterior y media lateral, oscilando con una medidas de 159.5 μm en las más pequeñas a 295.5 μm en la más grande.

Patas con una seda fácilmente visible en el tarso II y en el borde posterior de cada segmento pedífero, con diente latero-anterior y posterior en el telotarso presentando también proceso anterior y laminar posterior.

Los ovopositores o sacos vulvares son subcilíndricos y surgen a través de la primera articulación del segundo par de

patas, son largos y retráctiles, alcanzando el quinto par de patas, están sumamente anillados; en estas filas paralelas circunferenciales se insertan numerosas setas de tamaño muy pequeño (entre 2.6 μm a 4.7 μm), también se aprecian a lo largo de la superficie de los sacos, sedas de tipo setiforme con un tamaño más grande que las anteriores, oscilando entre las 34-37 μm en la región media-anterior y entre las 47 a 50 μm en la parte distal del ápice.

Según la descripción que realiza Silvestri (1923) los ejemplares adultos tienen una longitud del cuerpo (sin contar las sedas caudales) de unos 4 milímetros por un milímetro de anchura. Tienen una coloración avellanada, con las sedas (tricomas barbulados) y escamas grises, ennegreciéndose en el ángulo de los paraterguitos y en el vértice.

En los machos los penes son pequeños, no superando el tercer par de patas.

Su cuerpo está compuesto por 12 segmentos contando el collum y telson y con 17 pares de patas, sus últimos 2 pares de patas están modificados, terminando en forma de paletas en lugar de garras (Silvestre, 1923; Nguyen Duy-Jacquemin, 2006).

Ecología y distribución

Según Silvestri (1923), son animales de movimientos rápidos, si son molestados huyen apresuradamente tal como lo hacen los lepismátidos, con los que se podrían confundir a primera vista; una vez que se detienen entre las hojas y los detritos, dejan su cuerpo ligeramente arqueado, listo para salir corriendo otra vez si son acosados.

Con unas contracciones musculares, puede hacer que las sedas largas laterales del cuerpo, las pueda enderezar un poco, llegando asemejarse un minúsculo erizo. A veces, realizan pequeños saltos, éstos son

gracias al impulso proporcionado por las dos últimas patas posteriores, que tienen una estructura especial.

Según algunas hipótesis (Condé, 1969; Nguyen Duy-Jacquemin, 2006), el género *Phryssonotus* de la familia Synxenidae, es una de las formas menos evolucionadas y más primitivas en comparación con el género *Condexenus*, más evolucionado y perteneciente a la misma familia, así como otros polyxénidos de la familia Lophoproctidae, puesto que, entre otras características, en *Phryssonotus* el cuerpo está constituido por 12 terguitos y 17 pares de patas, contra los 11 terguitos y 15 pares de patas de *Condexenus* y los 10-11 terguitos y 11 pares de patas en los Polyxenidae.

La modificación que posee la familia Synxenidae en los dos últimos pares de patas podría tratarse de una adaptación a los biotopos cálidos y secos (Enghoff *et al.*, 1993).

La especie se haya distribuida por la cuenca del Mediterráneo occidental, habiéndose citado en Kouba (Argelia) (Lucas, 1846), Uadi Lauelia (Cirenaica, Libia) (Silvestri, 1923) y Sicilia (Condé, 1954).

En España ha sido citada en Ulldecona (Tarragona), Lloret de Mar (Girona) (Silvestri, 1923), Eivissa (Islas Baleares) sin precisar localidad (Müller *et al.*, 2007) y en la Isla de Cabrera Gran, indicada en este trabajo.

Los ejemplares tipo de esta especie fueron recolectados en Kouba (Argelia), alrededor de hierbas altas, en un lugar fresco, muy húmedo y sombrío. Sobre estas condiciones de capturas Silvestri (1923) sugiere que la estación de las capturas debe ser excepcional, pues comenta, las diferentes muestras que recolectó siempre fueron en lugares muy secos.

En Cataluña se han observado entre los

restos de hojas y humus de *Quercus coccifera* y *Quercus ilex*.

Müller *et al.* (2007) capturaron los ejemplares de Eivissa bajo restos de corteza suelta de *Juniperus oxycedrus* y *Juniperus phoenicea*.

El ejemplar de Cabrera se capturó en una trampa de caída, situada en un pinar de *Pinus halepensis*, al este del monumento a los franceses.

Agradecimientos

A los Drs. Josep Antoni Alcover y Pere Bover del departamento de Biodiversidad y Conservación del IMEDEA (CSIC-UIB) por haberme dado la oportunidad de estudiar el ejemplar citado en este trabajo.

Al Dr. Guillem X. Pons del *Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears* (UIB) a la hora de facilitarme datos e información sobre el lugar preciso de la captura del ejemplar recolectado.

Al Sr. Damià Crespi del *Museu Balear de Ciències Naturals* por su ayuda en la traducción de la descripción original del género *Phryssonotus*.

Al Sr. Juan Antonio Zaragoza del departamento de Ecología, Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante y al Sr. Francesc Gràcia del departamento de Ciències de la Terra, de la Universitat de les Illes Balears por la ayuda y sugerencias prestadas en este trabajo.

Al Dr. Alexandr P. Rasnitsyn del *Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences* de Moscú y a la Dra. Monique Nguyen Duy-Jacquemin del Departamento de Sistemática y Evolución del *Muséum national d'Histoire naturelle* de París a la hora de proporcionarme diversa documentación, que han hecho posible la realización de este trabajo.

Bibliografía

- Condé, B. 1954. Diplopodes Pénicillates d'Afrique Septentrionale. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle*, 2e série 26: 496-500.
- Condé, B. 1969. Essai sur l'évolution des Diplopodes Pénicillates. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris*, 24 (supp. 2): 113-114.
- Engghoff, H., Dohle, W. y Blower, J.G. 1993. Anamorphosis in millipedes (Diplopoda) the present state of knowledge with some developmental and phylogenetic considerations. *Zool. Journ. Linn. Soc.*, 109: 103-234.
- Fornós, J.J., Ballesteros, E. y Alcover J.A. 1993. Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera, Introducció. In: Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (Eds.) *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*, CSIC-Edit.Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 21-24.
- Müller, C, Sombke, A. y Rosenberg, J. 2007. The fine structure of the eyes of some bristly millipedes (Penicillata, Diplopoda): Additional support for the homology of mandibulate ommatidia. *Arthropod Structure & Development*, 36: 463-476.
- Nguyen Duy-Jacquemin, M. y Azar, D. 2004. The oldest records of Polyxenida (Myriapoda, Diplopoda): new discoveries from the Cretaceous ambers of Lebanon and France. *Geodiversitas*, 26 (4): 631-641.
- Nguyen Duy-Jacquemin, M. 2006. *Condexenus*, a new genus of the millipede family Synxenidae (Diplopoda, Polyxenida) from Namibia. *Norwegian Journal of Entomology*, 53: 237-248.
- Rasnitsyn, A.P. y Golovatch, S.I. 2004. The identity of *Phryssonotus burmiticus* (Cockerell, 1917) (Diplopoda, Polyxenida, Synxenidae) in Cretaceous amber from Myanmar. *Journal of Systematic Paleontology*, 2(2): 153-157.
- Silvestri, F. 1923. Notizia della presenza del genere *Synxenus* (Myriapoda Diplopoda) in Catalogna e descrizione di quattro specie. *Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona*, 4 (5): 5-15.

Cambres de pupació d'insectes coleòpters del Pliocè – Pleistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Significació paleoambiental i cronoestratigràfica

Guillem MAS i Joan RIPOLL

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Mas, G. i Ripoll, J. 2010. Cambres de pupació d'insectes coleòpters del Pliocè-Pleistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Significació paleoambiental i cronoestratigràfica. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 91-106. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es descriu la presència d'estructures fòssils que apareixen en grans quantitats als paleosòls de formacions dunars del Pliocè – Pleistocè inferior de Mallorca. Es discuteixen dues hipòtesis sobre possibles insectes productors. Es desvela així la incògnita existent sobre l'origen d'aquestes formes fòssils que havien estat atribuïdes anteriorment a organismes enigmàtics, pèl·lets fecals o copròlits de *Myotragus* sp.; i que no són altra cosa que traces d'insectes fòssils atribuïbles a cambres de pupació de coleòpters. La presència d'aquests icnofòssils té un clar significat paleoclimàtic del que es poden derivar datacions estratigràfiques.

Paraules clau: traces fòssils, insectes, paleoambient, Pliocè, Pleistocè, Illes Balears, Mediterrània occidental.

PUPATION CHAMBERS OF COLEOPTERANS IN THE PLIOCENE – LOWER PLEISTOCENE OF MALLORCA (BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). PALEOENVIRONMENTAL AND CHRONOSTRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE. This paper describes the presence of insect traces that appear in large quantities at the Pliocene – lower Pleistocene dune formations in Mallorca. We discuss two hypotheses about possible producers. It also reveals the mystery about the origin of these fossil traces that had been previously attributed to enigmatic organisms, faecal pellets or coprolites of *Myotragus* sp., are really insect trace fossils, attributable to the beetles pupation chambers. The presence of these fossil traces has a clear palaeoclimatic meaning which can be derived stratigraphic dating.

Keywords: fossil traces, insects, palaeoenvironment, Pliocene, Pleistocene, Balearic Islands, western Mediterranean.

Guillem MAS, Museu Balear de Ciències Naturals, Apartat de Correus n° 55, 07100 Sóller (Mallorca - Illes Balears), e-mail: masgornals@gmail.com; Joan RIPOLL, Societat d'Història Natural de les Balears, C/ Margarita Xirgú, 16 baixos, 07011 Palma de Mallorca (Illes Balears), e-mail: patronatero@hotmail.com

Recepció del manuscrit: 17-nov-10; revisió acceptada: 30-des-10

Introducció

Dins dels estudis sobre el Pliocè de la zona de Llucmajor (Mallorca), Colom *et al.*

(1968) i Cuerda *et al.* (1969) descriuen, en un paleosòl d'alteració situat sobre les formacions dunars pliocenes de les pedreres de Son Mulet, uns motlles el·lipsoidals

enigmàtics, d'uns 10 mm de longitud, que consideren d'aspecte clarament orgànic i atribueixen amb reserves a pèl·lets fecals (Fig. 1). Aquestes estructures apareixen conjuntament amb motlles de gasteròpodes terrestres i restes d'arrels. Aquest paleosòl es situa sobre una duna de 15 m de potència que a base cobreix un nivell de platja amb *Strombus coronatus* DeFrance, 1827.

Posteriorment, Cuerda i Sacarés (1992) es refereixen a aquests mateixos cossos el·lipsoïdals de les pedreres de Son Mulet (Llucmajor) assignant-los a copròlits del bòvid *Myotragus* sp. del Plistocè inferior, citant-los també al km 18 de l'antiga via fèrria abandonada de Palma–Llucmajor (zona Son Granada), en uns aflorament de llims molt fins d'aspecte loèssic, color rosat groguenc amb *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758). A Mallorca és també coneguda la

presència d'acumulacions d'aquestes estructures als paleosòls associats a nivells amb *Rumina* sp. del Cap Salines (B. Morey, com. pers.); als paleosòls d'alteració amb *Rumina* sp. del banc d'Eivissa (Calvià); així com a les zones de Llucmajor i de cala Figuera (Calvià) (P. Bover, com. pers.).

A Menorca també han estat citats "restes ovoides" atribuïts a copròlits de *Myotragus* sp. als paleosòls llimosos de les formacions dunars de l'illa de l'Aire atribuïdes al Plistocè (Rossell *et al.*, 1969; Mercadal *et al.*, 1970; 1972) i a les formacions dunars del cap de Cavalleria (J. Quintana, com. pers.).

Més recentment ha estat defensada la possibilitat de que els suposats copròlits de *Myotragus* sp. no fossin tals, si no nius de terra d'insectes (J. Quintana, com. pers.).

Noves dades i troballes apunten a que

52

G. COLOM, J. SACARES Y J. CUERDA

Fig. 2

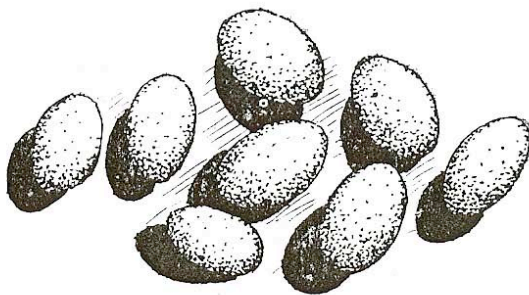


Fig. 2.—Fecal pellets (?) recogidos en suelo de alteración en la parte superior de las carreras de Son Mulet con restos de moluscos terrestres (tamaño natural).

Fig. 1. Reproducció de la Fig. 2 de Colom *et al.* (1968) mostrant els organismes el·lipsoïdals enigmàtics o fecal pellets del jaciment de Son Mulet (Llucmajor). Realment motlles interns de reblliment de traces fòssils d'insectes.

Fig. 1. Reproduction of the Fig.2 by Colom *et al.* (1968) showing the ellipsoidal enigmatic organisms or faecal pellets of Son Mulet (Llucmajor) site. Really internal filling of insect fossil traces.

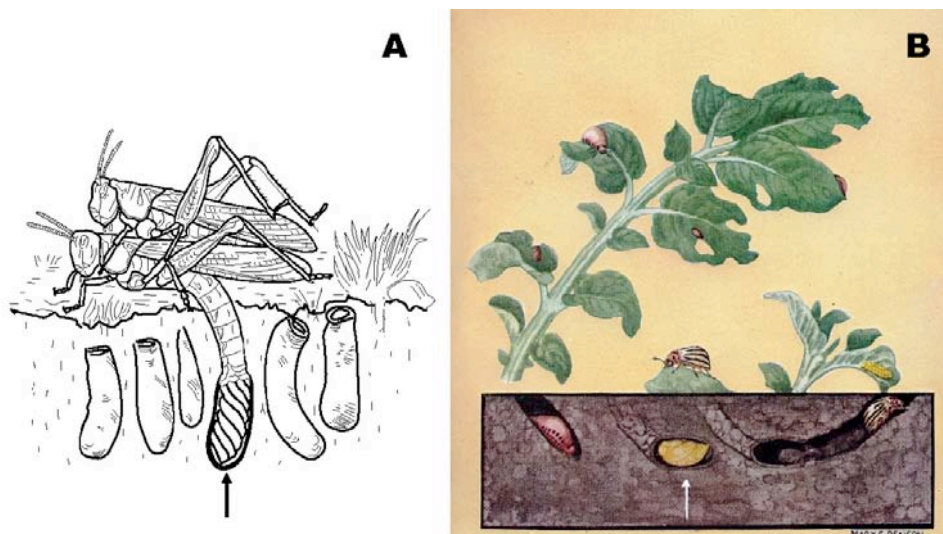


Fig. 2. A) Producció d'ooteqes de l'actual *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) realitzant la posta (oviposició) al terra en sòls sense remoure (dibuix a partir de Jannone, 1934 in Meco *et al.*, 2008b); B) Cicle vital i metamorfosi de l'escarabat *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) amb indicació (fletxa) de la càmera hipogea de la fase de pupació (Foto d'Art Cushman, USDA, a partir d'un dibuix de Mary F. Benson, Smithsonian Institution).

Fig. 2. A) Oothecae production from the current *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) making the egg-laying (oviposition) in soil without removing (drawing from Jannone, 1934 in Meco *et al.*, 2008b) B) Life cycle and metamorphosis in the beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) indicating (arrow) the underground pupation camera (Photo Art Cushman, USDA, from a drawing by Mary F. Benson, Smithsonian Institution).

aquests cossos el·lipsoïdals podrien ésser motlles interns de reblliment d'estructures produïdes per insectes. Recentment, Meco *et al.* (2008a; 2008b; 2010) han descrit, a paleosòls pliocens i quaternaris de les Illes Canàries, la presència de concrecions calcàries similars que atribueixen a antigues ooteques d'acrídids (Fig. 4), mentre que Genise i Edwards (2003) consideren aquestes mateixes concrecions com a corresponents a cambres de pupació de coleòpters.

Les ooteques (del grec *óon* = 'ou' i *theke* = 'dipòsit') són dipòsits d'ous que formen diferents animals, principalment mol·luscs i insectes. Una ooteca conté molts d'ous generalment envoltats d'una

coberta de protecció. Entre els grups d'insectes productors d'ooteqes es troben els ortòpters i més concretament la família dels acrídids (llagosts o llagostes).

Les ooteques dels insectes acrídids són perforacions hipogees, generalment en forma de tub o saquet, excavades al terra per la femella en el moment de posta, en les que els ous són dipositats recoberts per una paret formada per partícules de terra aglomerada per les secrecions produïdes en el moment de la perforació del terra mitjançant l'oviscapte (Fig. 2A). Els tubs estan tancats pel seu extrem inferior, mentre que a l'extrem superior poden presentar un tap escumós i/o un opercle de terra per sobre, o simplement estar tancats per terra.

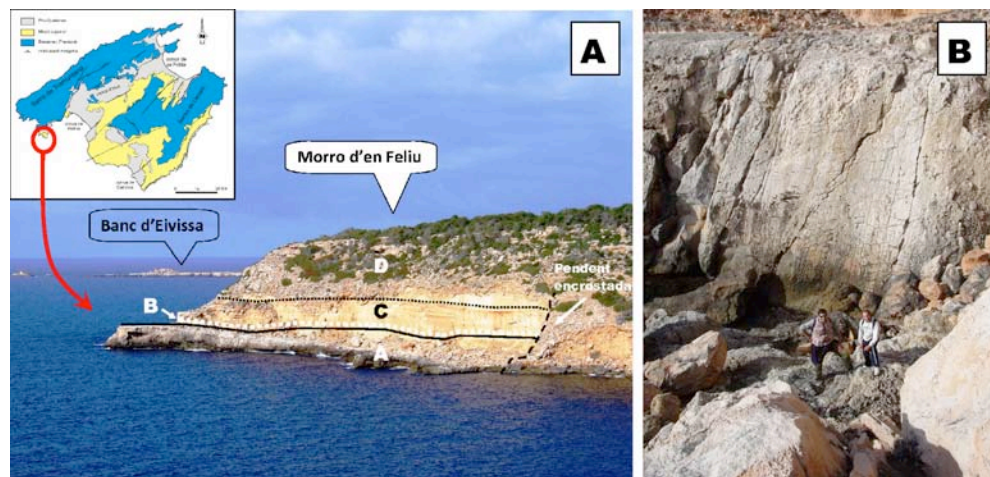


Fig. 3. Jaciment del Morro d'en Feliu, A) Ubicació en relació al mapa geològic de Mallorca; B) Espectacular pla de falla que afecta als materials miocens.

Fig. 3. A) Location of the Morro d'en Feliu site in the geological map of Mallorca; B) Spectacular fault plane affecting the Miocene materials.

L'estat de pupa (del llatí *pupa* = 'nina', 'pepa') és un dels estadis pels quals passen alguns insectes en el curs de la metamorfosi. L'estadi de pupa és un estat intermedi del cicle vital dels insectes i els porta de l'estat de larva al d'adult. El de pupa és un estadi de repòs, durant el qual l'insecte s'oculta o es tanca en una càpsula per protegir-se. Com que són molt vulnerables en aquest estat, algunes pupes passen aquest estat sota terra o en altres llocs protegits (Fig. 2B). Algunes pupes es troben dins d'un capoll o coberta protectora, que generalment té forma oval i està fabricat per la larva amb un fil que segrega abans d'assolir l'estat de pupa.

Els coleòpters presenten una metamorfosi completa, amb els estadis d'ou, larva, pupa i imago (adult). Les larves passen per diferents estadis separats per mudes. Les larves del darrer estadi cerquen un lloc apropiat per pupar. Algunes espècies construeixen capolls de materials diversos i/o cambres al mateix substrat on

ha crescut la larva (per exemple, dins la terra).

Tant Meco *et al.* (2008a; 2008b; 2010) com Genise i Edwards (2003) plantegen l'aparició massiva d'aquestes traces fòssils (Fig. 4) com un indicador paleoclimàtic.

Jaciment. Enquadrament geogràfic i geològic

El promontori del Morro d'en Feliu consisteix en un sortint a la costa del terme municipal de Calvià (Mallorca, Illes Balears) a la península de cala Figuera entre Cala Rafeubetx i el Cap de Cala Figuera. Encara que la seva extensió és de prop de 18 ha, la zona objecte d'estudi correspon a la zona del penya-segat amb direcció S. Les coordenades UTM són: fus 31S, x: 457251, y: 4368336 (Datum European 1950).

La punta del Morro d'en Feliu està formada per un contrafort avançat i abrupte del penya-segat que coincideix amb una

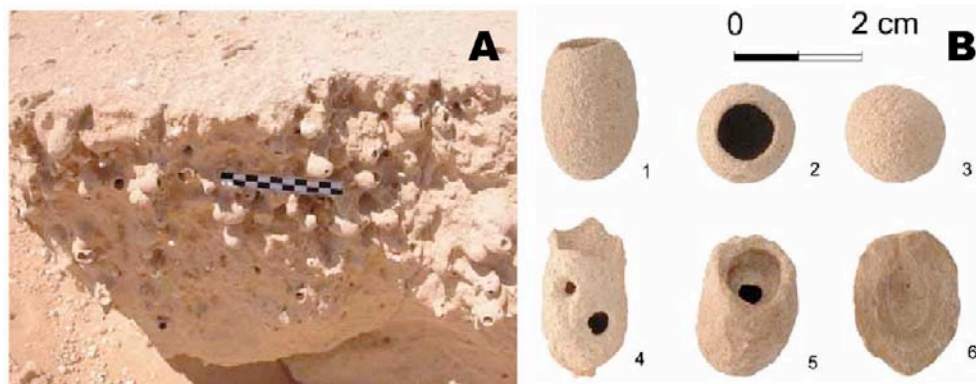


Fig. 4. Traces fòssils del Plistocè superior de Fuerteventura (Illes Canàries) descrites recentment in Meco *et al.* (2008b): a) Detall d'un paleosòl de Hueso del Caballo mostrant infinitat de traces remogudes i desplaçades; b) Detall de les estructures de les traces.

Fig. 4. Fossil traces of the Pleistocene of Fuerteventura (Canary Islands) described recently in Meco *et al.* (2008b): a) Detail of the Hueso del Caballo site paleosol showing the removed and displaced countless fossil traces; b) Detail of the structure of fossil traces.

espectacular falla normal d'edat miocènica fossilitzada pels sediments plio-quaternaris (Fig. 3B). D'aquesta falla NE-SW que posa en contacte les fàcies de talús (al N) amb les de front d'escull (al S) de la Unitat d'Esculls (Pomar *et al.*, 1983) no s'ha pogut trobar cap tipus de literatura ni representació a cap mapa, per la qual cosa pareix ésser que el present treball és la primera referència a la mateixa.

Els afloraments apareixen en uns *blanquissars* verticals o subverticals que, de forma intermitent, interrompen els trams de pendent encrostatada que forma els penya-segats d'aquesta zona.

Als afloraments del morro d'en Feliu, de base (nivell del mar) a sostre trobem (Fig. 3A):

9–10 m. Basament Miocè format per bretxes i calcàries de fàcies de talús, front d'escull i rere escull (*lagoon*) de la Unitat d'Esculls (Pomar *et al.*, 1983) a les que localment es sobreposen Margues de la Bonanova (Pomar *et al.*, 1983) i en alguns

trams la Unitat de Margues i Guixos (Fornós i Pomar, 1983; Pomar *et al.*, 1990). Messinià.

0,5–1 m. Dipòsits marins amb fauna càlida tipus equatorial: *Strombus coronatus* Defrance, 1827; *Patella ambrogii* Leco-intre, 1952; *Saccostrea cucullata* (Born, 1780) i *Callista italica* (Defrance, 1815). Es situen de forma erosiva sobre la unitat anterior. Platja pliocena.

7 – 8 m. Arenes de platja passant a dunars amb intercalacions de paleosòls amb infinitat de traces d'insectes, gasteròpodes pulmonats i rizoconcrecions (hemicicle continental F; Butzer, 1975). El paleosòl superior presenta bretxificació i superfícies càrstiques amb colades estalagmítiques. Pliocè – Plistocè inferior.

Cicles dunars superiors (hemicicles continentals E i D; Butzer, 1975). Presenten alguns nivells de paleosòls amb traces d'insectes esporàdiques. Plistocè.

Els aflorament es troben parcialment coberts per un pendent encrostat d'uns 25°

d'inclinació format per cons d'enderrocs amb blocs i fragments dels nivells dunars i paleosòls fossilitzats per llims vermells. Aquesta crosta, atribuïda al penúltim interglacial Mindel – Riss (Rosselló i Cuerda, 1973), s'ha vist posteriorment erosionada en els trams de costa que coincideixen amb els afloraments. La mateixa crosta ha contribuït a preservar els afloraments que abans havia cobert.

Descripció de les estructures

Les traces estudiades estan formades per unes estructures calcàries de forma el·lipsoïdal o de saquet amb perfil d'U lleugerament dilatada (Fig. 5). Aquestes cambres o saquets estan tancats per un extrem mentre que l'extrem oposat poden presentar una obertura o també romandre tancats. La superfície exterior és d'aspecte groller i mal definit, mentre que l'interior és llis. Les parets originals, formades per partícules de terra fina aglomerada, poden estar presents o bé haver desaparegut i haver-se substituït per una concreció calcària dipositada envoltant de la superfície interna (Figs. 5.3 i 5.5). La cambra interior és el·lipsoïdal i de secció transversal circular. Algunes cambres es conserven tancades amb l'espai vacuït fossilitzat (Fig. 5.5).

Posteriorment la cambra interior d'aquests saquets es poden haver reblit de sediment formant un motlle intern macís, també de forma el·lipsoïdal, dins l'espai que ocupaven la pupa o paquet d'ous (Figs. 5.4 i 5.6). Alguns d'aquests motlles presenten com un collet o lleugera prominència que correspondria a la part del motlle intern de l'obertura de la cambra. Aquests motlles interns massissos són els que, donada la coincidència de forma amb els actuals excrements d'ovella o cabra, haurien portat a la confusió d'aquestes

estructures amb possibles copròlits de *Myotragus* sp.

El motlle intern el·lipsoïdal sol tenir 10/12 mm d'amplària per 15/20 mm de llargària. El conjunt de l'estructura normalment arriba als 15/20 mm d'amplària per 25/30 mm de llargària, depenent de la gruixa de la concreció calcària assolida. La paret argilosa normalment fa 2-3 mm de gruixa.

Tafonomia

Aquestes acumulacions de traces no pareixen ésser el resultat d'un possible arrossegament ni transport, atesa l'absència de cambres fragmentades, trobant-se la pràctica totalitat de les mateixes íntegres. Es descarta també una acumulació deguda a la deflació eòlica ja que la acumulació de traces observada no es veu acompanyada per cap concentració paral·lela d'altres fòssils presents fàcils de transportar, com puguin ésser els gasteròpodes pulmonats o les rizoconcrecions.

L'elevada concentració de traces vendria explicada pel factor temps i estaria associada a la seva acumulació en cicles reproductors successius en els mateixos paleosòls que les contenen, així com a possibles eclosions explosives d'insectes adults. El fet d'ésser estructures hipogees enterrades en els paleosòls des del mateix moment de la seva formació, fa que també es pugui explicar millor la seva preservació i acumulació en aquests paleosòls.

Les acumulacions de càpsules apareixen normalment en paleosòls immadurs (sòls d'alteració incipients poc potents) intercalats entre els nivells eòlic – dunars i normalment les trobem en els nivells inferiors de cada paleosòl afectant als nivells arenosos limítrofs amb la duna inferior fins a uns 5-10 cm de profunditat.

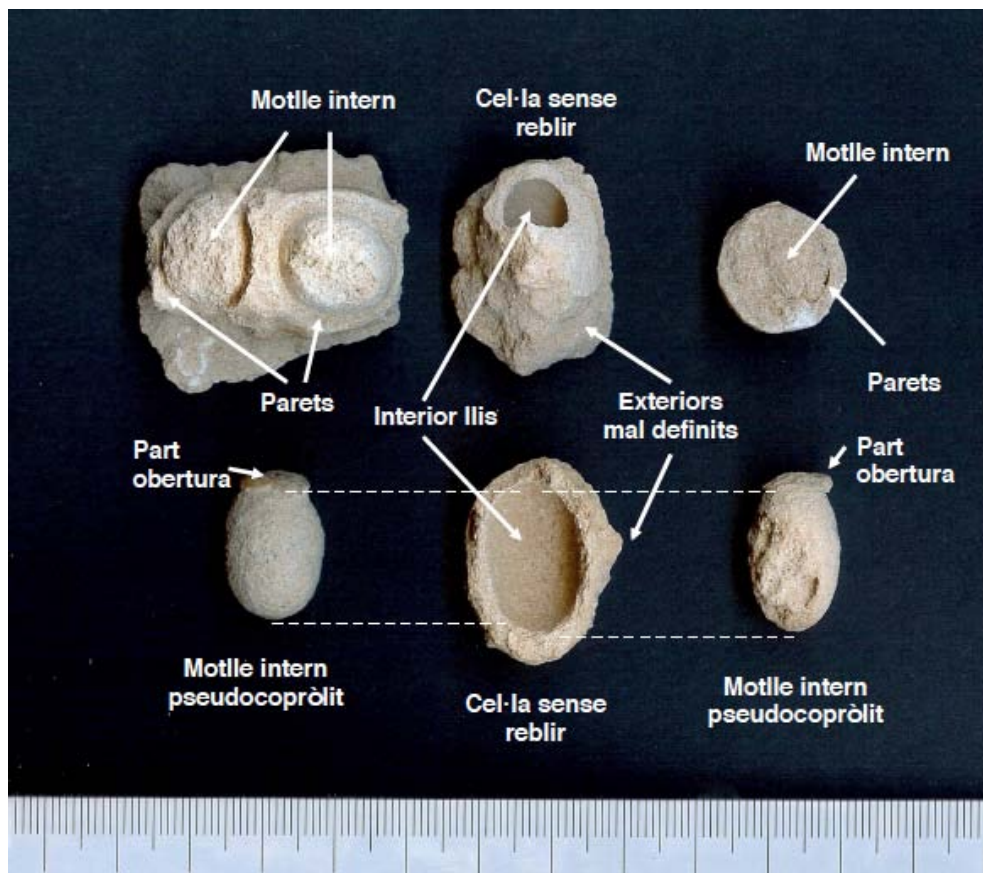


Fig. 5. Detall de les estructures de les traces fòssils del Morro d'en Feliu (Mallorca): 1) agrupació de dues estructures remogudes mostrant part del rebliment intern; 2) exemplar sense rebliment mostrant la part de l'obertura d'eclosió; 3) secció transversal d'una càmera mostrant el gruix de la paret i el posterior rebliment intern que forma de motlle intern el·lipsoïdal; 4) i 6) motlles interns el·lipsoïdals a vegades atribuïts erròniament a copròlits del bòvid *Myotragus* sp., on es pot distinguir la part corresponent a l'obertura d'eclosió superior; 5) secció longitudinal d'una càmera sense rebliment intern mostrant les parets i l'espai que ocupava originalment la pupa. A l'escala inferior les separacions majors corresponen a centímetres.

Fig. 5. Details of the structure of fossil traces from Morro d'en Feliu (Mallorca): 1) pooling two structures showing part of the padding removed, 2) no filling specimen showing the opening burst, 3) section camera showing a cross-sectional wall thickness and padding back to form the inner ellipsoidal filling, 4) and 6) internal ellipsoidal fillings (sometimes erroneously attributed to the bovid *Myotragus* sp. coprolites) where you can distinguish the upper portion opening hatching and 5) a longitudinal section showing camera without padding the walls and the space originally occupied the pupa. The scale major separations correspond to centimetres.

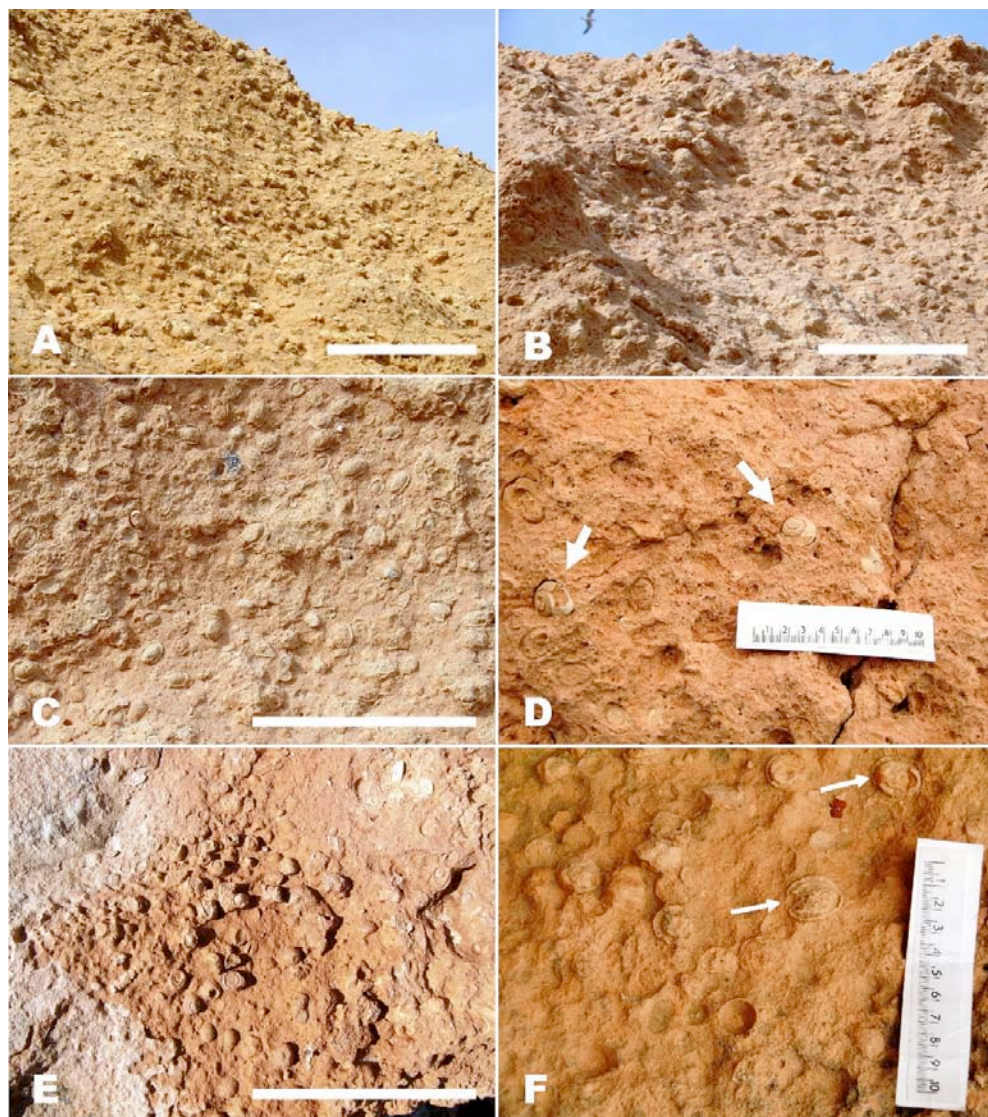


Fig. 6. Cambres fòssils del jaciment del Morro d'en Feliu (Mallorca): A), B) i C) Acumulacions d'infinat de cambres sedimentades en paleosòls consolidats; D) cambres associades amb gasteròpodes pulmonats (*Iberellus* sp.); E) i F) detalls mostrant l'obertura d'eclosió (fletxes) d'algunes de les cambres. Escales A-B-C-E aproximadament 25 cm. Escales D-F en centímetres.

Fig. 6. Fossil traces of the Morro d'en Feliu site (Mallorca): A) B) C) accumulations of countless chambers settled in the consolidated paleosols; D) chambers associated with pulmonate gastropod (*Iberellus* sp.) E) and F) showing details of the opening burst (arrows) of some chambers. A-B-C-E scale bars are approximately 25 cm, D-F scales in centimetres.

Les cambres que es conserven tancades amb l'espai vacus fossilitzat correspondrien a cambres no eclosionades degut a factors estressants (falta de condicions ambientals adients) o a un final traumàtic prematur que van fer que es conservessin tancades. A l'aflorament del Morro d'en Feliu, les traces poden assolir densitats de fins 1.000–1.500 exemplars per m² (Fig. 6). Les traces són més abundants als nivells bassals dels paleosòls, coincidint amb l'alteració dels nivells dunars on els insectes trobarien les condicions més adients per a la seva formació.

Fauna associada

L'aparició d'aquestes traces en els paleosòls es presenta associada a un conjunt de gasteròpodes pulmonats i rizoconcrecions. Els gasteròpodes que han pogut ésser determinats són:

Iberellus sp.

Rumina sp.

Tudorella ferruginea (Lamarck 1822)

Aquesta fauna de gasteròpodes associada coincideix exactament amb la del nivell Q6 del Banc d'Eivissa corresponent a un sòl d'alteració format a la base de l'hemicicle continental E (Butzer, 1975) i on també s'han trobat motlles interns de cambres d'insectes. Els motlles interns localitzats al cap Salines també es troben associats al gasteròpode *Rumina* sp. (B. Morey, com. pers.).

Discussió

Determinació diferencial i icnotaxonomia

Com ja s'ha apuntat a la introducció, a les Illes Balears, els motlles interns

d'aquest cossos han estat atribuïts anteriorment a organismes enigmàtics o pèl·lets fecals, (Colom *et al.*, 1968 i Cuerda *et al.*, 1969) i més recentment a copròlits del bòvid *Myotragus* sp. (Rossell *et al.*, 1969; Mercadal *et al.*, 1970, 1972) o a possibles nius d'insectes himenòpters (J. Quintana, com. pers.).

Els copròlits de *Myotragus balearicus* Bate, 1909, preservats en acumulacions dins coves de Mallorca, es caracteritzen per ésser de talla més gran que els de cabra i ovella actuals (Encinas i Alcover, 1997), per a la qual cosa també sobrepassen la talla mitjana, i són de forma més irregular i variable, que els cossos el·lipsoïdals que formen el motlle intern dels cossos calcaris aquí estudiats.

També cal tenir en compte, que la composició dels motlles interns el·lipsoïdals és de la mateixa naturalesa que la del sediment extern de rebliment i que en ocasions es troben les concrecions buides o amb cristallitzacions internes tipus drusa (espai vacus fossilitzat), cosa que fa que difícilment puguin correspondre a copròlits.

La falta de consistència dels excrements així com la seva ràpida descomposició davant els agents atmosfèrics també fan que difícilment poguessin fossilitzar en paleoambients exposats com els sòls o les dunes litorals.

A les Illes Canàries aquests cossos calcaris fòssils han estat atribuïts anteriorment a: i) *dünen-eier* (“ous de les dunes”) o *cocoons* enigmàtics (capolls, crisàlides o pupes); ii) nius d'himenòpters dels gèneres *Anthophora* o *Eucera* o de la família dels icneumoníds (Ichneumonidae); iii) icnotàxons (traces fòssils) corresponents a nius d'himenòpters (Celliformidae igen. indet.; *Celliforma* isp.; *Palmiraichnus* isp.) o a pupes de coleòpters (*Rebuffoichnus* isp.) (Meco *et al.*, 2008a i bibliografia citada).

La interpretació d'aquets cossos calcaris com a concrecions calcàries sobre ooteques amb assignació taxonòmica a la família dels insectes acrídids, vendria avalada pels següents trets diferencials (Meco *et al.*, 2008a):

i) la quantitat i concentració en forma d'acumulacions d'infinitat d'exemplars en paleosòls extensos, fan que es necessiti una vertadera plaga per poder explicar aquestes quantitats;

ii) la falta de constància de plagues circummediterrànies d'himenòpters o de coleòpters, però si de plagues d'ortòpters acrídids (llagostes circummediterrànies);

iii) la pròpia estructura calcària de la paret d'aquests cossos, mostra que aquests no són obra d'insectes constructors sinó meres concrecions calcàries formades al voltant de la posta o paquet d'ous;

iv) el fet anterior ve reforçat per l'aparició conjunta d'aquests cossos calcaris quasi sempre associats amb rizoconcrecions, que també es formen pel mateix procés de concreció, però en aquest cas sobre les arrels de la vegetació;

v) la morfologia d'aquests cossos és semblant a la de les ooteques actuals d'algunes llagostes circummediterrànies o africanes (Orthoptera, Acrididae).

Els cossos calcaris estudiats podrien mostrar certa afinitat amb les ooteques d'alguns Cyrtacanthacridinae i Gomphocerinae (Orthoptera, Acrididae) entre els quals figuren els actuals *Kraussaria angulifera* (Krauss, 1877) i *Kraussella amabile* (Krauss, 1877) ambdues del Sahel africà (vegeu Popov *et al.*, 1990) i *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg 1815) de la veïna costa nord-africana (vegeu Latchininsky i Launois-Luong, 1992), però existeixen certes característiques morfològiques que no acaben d'encaixar amb les estructures ara estudiades, segons es veurà més endavant.

Per tant, a partir d'aquesta visió (Meco *et al.*, 2008a; 2010), la naturalesa d'aquests cossos es revelaria com a motlles interns de reblliment i concrecions calcàries al voltant d'ooteques d'ancestres afins a les actuals llagostes africanes.

Per altra part, Genise i Edwards (2003) consideren les estructures fòssils de Canàries com a corresponents en part a nius d'himenòpters (*Palmiraichnus* isp. o Celliformidae igen. indet.) i en part a cambres de pupació de coleòpters (*Rebuffoichnus* isp.). Les traces de Mallorca ara estudiades són del tot similars a les de Canàries atribuïdes a *Rebuffoichnus* isp.

L'icnogènere *Rebuffoichnus* Roselli, 1989 es caracteritza per una estructura sub-el·lipsoïdal a sub-cilíndrica formada per una paret, d'aspecte exterior grosser i mal definit, mentre que l'interior és llis o pot presentar un lleu bioglif. La cambra interna és el·lipsoïdal / ovoide amb una secció transversal de forma circular. La paret pot estar perforada per un forat d'emergència rodo (Genise *et al.*, 2002; Genise, 2004). Algunes de les formes de l'aflorament des Morro d'en Feliu que no presenten paret definida podrien pertànyer a l'icnogènere *Fictovichnus* Johnston *et al.*, 1996; en aquest darrer cas la cambra el·lipsoïdal queda envoltada per una zona més llimosa que gradualment es va confonent amb el sediment matriu sense arribar a formar una autèntica paret (Genise, 2004). En general tant *Rebuffoichnus* com *Fictovichnus* han estat atribuïts a cambres de pupació de coleòpters, probablement de les famílies Curculionidae, Tenebrionidae o Scarabaeidae (Johnston *et al.*, 1996).

Genise (com. pers.) descarta la possibilitat de que aquestes estructures puguin correspondre a ooteques d'insectes acrídids, tenint en compte que un acrídid difícilment pot amb el seu ovipositor i des de l'exterior allisar tot l'interior de l'ooteca sense deixar

ni tan sols una marca o cicatriu. Les cambres de Mallorca presenten una superfície interna totalment llisa i no hi ha cap insecte que pugui allisar completament una cambra des de fora. Quan la cambra és totalment llisa internament s'ha d'interpretar com a indicació que aquesta està construïda des de dins. Aquesta simple raó entomològica és la que fa impossible que siguin ooteques de cap insecte. Per altra part, en el cas dels himenòpters, encara que les cel·les estiguin entapissades i llises per dins sempre queda un opercle que tanca el forat des d'on l'adult la treballa des de fora. Llavors, a l'estar fetes des de dins, l'estructura ens indica que s'ha de tractar de cambres pupals. Aquesta assumpció també ve reforçada per fet que es trobessin les restes fòssils d'un escarabat curculiònid constructor dintre d'una cambra pupària atribuïda a *Rebuffoichnus* d'Austràlia (Lea, 1925).

La geometria d'aquests cossos, formant la cambra interior una el·lipsoide quasi perfecta, seria un altre tret que descartaria als acrídids com a productors. La forma geomètrica de les cambres és una el·lipsoide quasi perfecta (en ambdós eixos de simetria) en pràcticament tots els exemplars, cosa que fa molt difícil que puguin ésser simples deposicions de paquets d'ous que sempre serien més irregulars a l'haver d'adaptar-se a la forma del tub de l'ooteca i/o als possibles defectes del sediment circumdant. Una altra circumstància significativa que dificulta la seva atribució a insectes acrídids seria el fet que no s'hagi pogut trobar cap resta del "tub" que allotja la part escumosa tap de les ooteques.

La disposició horitzontal a sub-horitzontal, que presenten la majoria de les cambres, també faria que es puguin assimilar més a cambres de pupació hipogees, construïdes per la larva en la seva

posició natural abans de pupar, que a ooteques d'acrídids, en les que normalment la posta presenta una disposició vertical a sub-vertical de producció dins del sòl.

D'altra banda, en relació als hàbitats i etologia de coleòpters actuals de les Illes Balears, s'han pogut constatar una alta freqüència i diversitat de coleòpters tenebrionids psammòfils (arenícoles) a les dunes de litorals de Mallorca (Illes Balears), la qual cosa que també concordaria amb la freqüència d'aquests insectes sobre els sistemes dunars fòssils.

Un cas a tenir especialment en compte és el del l'escarabat *Elaphocera capdebouvi* Schaufuss, 1882 (Scarabaeoidea, Melolonthidae), un endemisme gimnèsic comú a zones obertes on les seves larves viuen enterrades i s'alimenten d'arrels i bulbs de diferents vegetals. Presenta l'interessant fenomen característic d'una eclosió explosiva coincidint amb les primeres pluges de tardor (principalment durant el més d'octubre i novembre) desapareixent tot d'una que s'atura de ploure (Palmer i Petitpierre, 1993).

Així doncs, les darreres dades i interpretacions ens farien bascular la balança més cap una atribució de les traces a cambres de pupació d'insectes coleòpters probablement de les famílies Curculionidae, Tenebrionidae o Scarabaeidae (segons Johnston *et al.*, 1996). L'insecte productor podria trobar-se actualment extingit a les illes Balears.

Implicacions paleoambientals i paleoecològiques

A les Illes Canàries, les acumulacions d'aquestes estructures apareixen per primera vegada al Pliocè als 3 Ma i reapareixen més tard en varies ocasions al Plistocè inferior (circa 1,74 Ma), al Plistocè mitjà tardà (circa 0,42 Ma), a l'inici del Pleistocè superior i a l'inici de l'Holocè

(Meco *et al.*, 2008). Els paleosòls del Quaternari tardà (darrers 450 ka) de les Illes Canàries, coincideixen amb els principals pics càlids (MIS 11.3, 9.3, 7.1, 5.5 i 1) dins del patró cíclic de paleotemperatures del clima del Quaternari tardà (EPICA, 2004), el que ha fet que es plantegi la seva aparició massiva com un indicador paleoclimàtic dels períodes més càlids i humits (Meco *et al.*, 2010).

A les Illes Canàries les traces fòssils també apareixen en paleosòls sobre dunes, coincidint amb aportament argilós del vent de l'Est carregat de pols sahariana (Meco *et al.*, 2008b, 2010).

La consistència arenosa de les paleodunes no basta per suportar aquestes cambres, però l'alteració de la superfície dunar deguda a períodes humits amb pluges abundants i possible aportació de pols sahariana farien que el sòls es tornessin adients per acollir aquestes estructures. Les circumstàncies favorables de temperatura, humitat i sòl en condicions, encara que estacionals, poden produir una extraordinària activitat reproductiva així com innumerables eclosions. Llavors entrarien en fase recessiva, durant els episodis de sequera. Aquests insectes presentarien, per tant, força adaptació especialitzada a climes àrids amb pauses humides en regions, amb temperatures càlides a moderades, on hi ha estacionalitat anual atenuada com la circummediterrània.

La presència de la pols eòlica procedent del nord d'Àfrica en forma de pluges de fang i deposicions seques, és també un fenomen comú a les Illes Balears. La localització de les Illes Balears només a uns 300 quilòmetres del continent Àfrica i la seva situació coincidint amb les trajectòries de les tempestes (depressions atmosfèriques) que porten la pols sahariana, faciliten el transport i la caiguda d'aquesta pols procedent del desert del Sàhara. Fornós

et al. (1997; 2004) indiquen la gran importància, que té actualment, l'aportació de pols africana en la formació dels dipòsits dels sòls de les Illes Balears, quantificant la seva deposició en un volum de 13,5 g/m² de mitjana anual.

Atesa la quantitat i concentració de cambres fòssils trobades, no es descarta l'existència d'arribades de plagues o eixams d'insectes des del nord d'Àfrica, que trobarien, en els paleosòls incipients de la superfície alterada de les dunes balears, les condicions adients de temperatura, humitat i sòl, per a la seva reproducció.

Per altra part, Genise i Edwards (2003) consideren que les denses acumulacions de *Rebuffoichnus* isp. es desenvoluparen sota un clima estacional sub-humit a semiàrid, per a la qual cosa correspondrien també a períodes de precipitacions relativament copioses en un paleoclima semiàrid generalitzat.

Així doncs, tant en el cas de possibles ooteques d'acridids com en el cas de cambres de pupació de coleòpters, el seu significat paleoclimàtic pareix clar, coincidint amb la seva posició en paleosòls intercalats en les arenes dunars: detecten períodes humits en un règim àrid o semiàrid. Llavors, les concentracions als paleosòls representarien el testimoni d'episodis humits estacionals.

Cronostratigrafia

A l'aflorament pròxim del banc d'Eivissa, els mateixos nivells de platja (nivell b) i primer sistema dunar amb paleosòls (nivell c o hemicicle F) han estat datats dins del període de polaritat inversa Matuyama (González-Hernández *et al.*, 2000). Aquesta datació paleomagnètica només aclareix que es tracta d'una polaritat inversa que aquests autors atribueixen al Matuyama (2,59–0,78 Ma) per mor de la fauna citada fins aleshores per Rosselló i

Cuerda (1973). Cal tenir en compte que l'estadi Gelasià (2,5–1,8 Ma), abans situat com estadi final del Pliocè, ha estat recentment inclòs dins del Quaternari a la base del Plistocè (resolució IUGS–ICS, June 30, 2009). Així actualment tot el Matuyama es troba inclòs dins del Plistocè inferior.

Atesa la nova fauna trobada en aquests nivells, tant a l'aflorent del banc d'Eivissa com al del Morro d'en Feliu, no es pot descartar que els nivells marins realment corresponguin a un període de polaritat inversa més antic (Pliocè). Segons la classificació d'unitats faunístiques (MPMUs) de Monegatti i Raffi (2001), el gran bivalve *Callista italica* (Defrance, 1815), força abundant en els nivells de platja (nivell b), no passaria de la MPMU1 (= 5,3 – 3,0 Ma). Així, si trobem aquesta fauna càlida (nivell b) més antiga, llavors podríem estar davant d'algun subestadi de polaritat inversa dins del Gauss, com el Kaena (3,11–3,04 Ma) o el Mammoth (3,33–3,22 Ma), o inclòs davant d'un Gilbert (5,32–3,58 Ma) també de polaritat inversa.

Si tenim en compte que (i) els dipòsits marins de base (nivell b) contenen fauna antiga que delata un clima molt càlid i estable tipus equatorial (amb *S. coronatus*, *C. italica*, *S. cucullata*, *P. ambrogii*); i que (ii) a aquests dipòsits marins càlids segueix immediatament una duna amb intercalacions de varis paleosòls amb presència d'infinitat de cambres de pupació i rizoconcrecions que ens indiquen clarament l'establiment d'un nou clima àrid o semiàrid estacional amb importants pauses humides; llavors podríem estar davant d'una manifestació de l'episodi que va donar lloc al canvi global que inicià una estacionalitat notable, en la que els hiverns es van fer més freds i els estius més càlids, i que va coincidir amb l'inici de la instal·lació dels primers gels àrtics a

l'hemisferi nord (2,7–2,9 Ma) (Haug *et al.*, 2005).

Agraïments

Al Dr. Josep Quintana Cardona (Ciutadella, Menorca) per la determinació taxonòmica dels gasteròpodes pulmonats i les indicacions diferencials sobre possibles copròlits de *Myotragus* sp. de Menorca. Als Drs. Jorge F. Genise (*Museo Argentino de Ciencias Naturales*) i Jordi M^a de Gibert Atienza (Universitat de Barcelona) per la informació i documentació aportada sobre icnologia dels paleosòls. Al Dr. Joaquín Meco Cabrera (*Universidad de las Palmas de Gran Canaria*) per les informacions i documentació sobre traces fòssils de les Illes Canàries. Als Drs. Eduard Petitpierre Valls i Guillem X. Pons Buades de la Universitat de les Illes Balears, per aportar la seva visió des del vesant entomològic. Al Dr. Pere Bover (IMEDEA) per a les indicacions sobre possibles copròlits de *Myotragus* sp. de Mallorca. També volem agrair a Bernat Morey Colomar (Sta. Eugènia) l'acompanyament en la recerca de camp així com totes les dades inèdites proporcionades.

Bibliografia

- Butzer, K.W. 1975. Pleistocene littoral sedimentary cycles of the Mediterranean Basin: A Mallorquin view. In: Butzer, K.W. i Isaac, G. (eds.): After the Australopithecines, pp 25-71. The Hague.
- Colom, G., Sacarés, J. i Cuerda, J. 1968. Las formaciones marinas y dunares pliocénicas de la región de Lluçmajor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 14: 46-61.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1992. *El Quaternari al Migjorn de Mallorca*. Direcció General de Cultura. Govern Balear. 304 pp. Palma.

- Cuerda, J., Sacarés, J. i Colom, G. 1969. Hallazgo de terrenos pliocenos, marinos, en la región de Lluçmayor (Mallorca). *Acta Geol. Hisp.*, 4(2): 35-37.
- Encinas, J.A. i Alcóver, J.A. 1997. El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença, Mallorca). *Endins*, 21: 83-92.
- EPICA community members. 2004. Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature* 429, 623-628.
- Fornós, J.J. i Pomar, L. 1983. Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí ("Complejo terminal"). In: Pomar, L.; Obrador, J.; Fornós, J. i Rodríguez-Perea, A. (eds.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983*. Grupo Español de Sedimentología. pp 177-206. Palma de Mallorca.
- Fornós, J.J., Crespi, D. i Fiol, L.I.A. 1997. Aspectes mineralògics i texturals de la pols procedent de les pluges de fang a les Illes Balears: la seva importància en alguns processos geològics recents. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 113-122.
- Fornós, J.J., Fiol, L.I.A. i Guijarro, J.A. 2004. Episodis significatius de pluges de fang ocorregudes els mesos de febrer i març de 2004 a Mallorca (Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 47: 43-50.
- Genise, J.F. 2004. Ichnotaxonomy and ichnostratigraphy of chambered trace fossils in palaeosols attributed to coleopterans, termites and ants. In: McIlroy, D. (Ed.). *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*. Geological Society, London, Special Publication, 228: 419-453.
- Genise, J.F. i Edwards, N. 2003. Ichnotaxonomy, Origin and Palaeo-environment of Quaternary Insect Cells from Fuerteventura, Canary Islands, Spain. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76 (2): 320-327.
- Genise, J.F., Sciutto, J.C., Laza, J.H., González, M.G. i Bellosi, E. 2002. Fossil bee nests, coleopteran pupal chambers and tuffaceous paleosols from the Late Cretaceous Laguna Palacios Formation, Central Patagonia (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 177: 215-235.
- González-Hernández, F.M., Mörner, N.A., Goy, J.L., Zazo, C. i Silva, P.G. 2000. Resultados paleomagnéticos de los depósitos plio-pleistocenos de la cuenca de Palma (Mallorca, España). *Estudios Geol.*, 56: 163-173.
- Haug, G.H., Ganopolski, A., Sigman, D.M., Rosell-Melé, A., Swann, G.E.A., Tiedemann, R., Jaccard, S., Bollmann, J., Maslin, M.A., Leng, M.J. i Eglinton, G. 2005. North Pacific seasonality and the glaciation of North America: 2.7 million years ago. *Nature*, 433: 821-825.
- IUGS-ICS. 2009. Ratification of the definition of the base of Quaternary System/Period (and top of the Neogene System/Period), and redefinition of the base of the Pleistocene Series/Epoch (and top of the Pliocene Series/Epoch). London, June 30, 2009. <http://www.stratigraphy.org/view.php?id=23>
- Jannone, G. 1934. Osservazioni ecologiche e biologiche sul *Dociostaurus maroccanus* Thunb., *Calliptamus italicus* L. e loro parassiti in Provincia di Napoli (Primo Contributo). *Bollettino del Laboratorio di Zoologia Generale e Agraria della R. Istituto Superiore d'agricoltura*, 28: 75-151.
- Johnston, P.A., Eberth, D.A. i Anderson, P.K. 1996. Alleged vertebrate eggs from Upper Cretaceous redbeds, Gobi Desert, are fossil insect (Coleoptera) pupal chambers: *Fictovichnus* new ichnogenus. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 33: 511-525.
- Latchininsky, A.V. i Launois-Luong, M.H. 1992. *Le Criquet marocain, Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), dans la partie orientale de son aire de distribution. CIRAD-PRIFAS, Montpellier, France, 192 pp. Disponible a: <http://ispi-lit.cirad.fr/index/60995.htm>
- Lea, A.M. 1925. Notes on some calcareous insecto puparia. *Records of the South Australian Museum*, 3: 35-36.
- Meco, J., Ballester, J., Betancort, J.F., Scaillet, S., Guillou, H., Lomoschitz, A., Carracedo, J.C., Petit-Maire, N., Cilleros, A., Medina, P., Soler-Onís, E. i Meco J.M. 2005.

- Paleoclimatología del Neógeno en las Islas Canarias. Mioceno y Plioceno*. Ministerio de Medio Ambiente – Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria.
- Meco, J., Carracedo, J.C., Betancort, J. i Ballester, J. 2008a. 04 Clima frente a tectónica. In: Meco, J. (ed.): *Historia geológica del clima en Canarias*; pp. 141-151. Las Palmas de Gran Canaria. <http://siglosxx.com/clima-y-geologia-de-canarias/libro-de-geologia-y-clima-de-las-islas-canarias.pdf>
- Meco, J., Petit-Maire, N., Lomoschitz, A., Fontugne, M., Ramos, A.J.G., Carracedo, J.C., Betancort, J., Ballester, J. i Perera, J. 2008b. 05 Evolución eólica. In: Meco, J. (ed.): *Historia geológica del clima en Canarias*; pp 153-185. Las Palmas de Gran Canaria. <http://siglosxx.com/clima-y-geologia-de-canarias/libro-de-geologia-y-clima-de-las-islas-canarias.pdf>
- Meco, J., Petit-Maire, N., Ballester, J. Betancort, J.F. i Ramos, A.J.G. 2010. The Acridian plagues, a new Holocene and Pleistocene paleoclimatic indicator. *Global and Planetary Change* (en premsa).
- Mercadal, B., Villalta, J.F., Obrador, A. i Rosell, J. 1970. Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín. *Acta Geol. Hisp.*, 5 (4): 89-93.
- Mercadal, B., Obrador, A. i Rosell, J. 1972. Fauna malacológica del Cuaternario marino de la isla del Aire (Menorca). *Acta Geol. Hisp.*, 7 (6): 178-179.
- Monegatti, P. i Raffi, S. 2001. Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene bivalves. *Palaeo*, 165: 171-193.
- Palmer, M. i Petitpierre, E. 1993. Els coleòpters de Cabrera: llista preliminar i perspectives d'estudi. In: Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (Eds.): *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC - Ed. Moll. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 383-407.
- Pomar, L., Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: Pomar, L., Obrador, J., Fornós, J. i Rodríguez-Perea, A. (eds.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca)*. Grupo Español de Sedimentología. pp 21-44.
- Pomar, L., Rodríguez-Perea, A., Sàbat, F. i Fornós, J.J. 1990. Neogene stratigraphy of Mallorca island. In: Iberian Neogene Basins (IXth Congress R.C.M.N.S.O). Paleontologia i Evolució, Mem. Esp., 2: 269-320.
- Popov, G.B., Launois-Luong, M.H. i Van Der Weel, J. 1990. *Les oothèques des criquets du Sahel*. PRIFAS. Acridologie Opérationnelle Ecoforce® Internationale. Département GERDAT. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Collection Acridologie Opérationnelle, 7. Imprimerie Déhan. Montpellier. 93 pp. Disponible a: http://locust.cirad.fr/ouvrages_pratiques/pdf/DFPV7.pdf
- Rosell, J., Obrador, A. i Mercadal, B. 1969. Estudio sedimentológico i estratigràfic de la isla del Aire (Menorca). *Bol. Geol. Min. Esp.*, 80 (6): 538-544.
- Roselló, V.M. i Cuerda, J. 1973. Notas sobre el Plioceno i Cuaternario del Banc d'Eivissa (Mallorca). *Cuadernos de Geografía*, 13: 5-13. Univ. de València.

***Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) del Tortonian inferior del port de Maó (Menorca, Illes Balears)**

Guillem MAS, Antoni OBRADOR, Miquel FERNÁNDEZ
i Josep QUINTANA

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Mas, G., Obrador, A., Fernández, M. i Quintana, J. 2010. *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) del Tortonian inferior del port de Maó (Menorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 107-122. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es dona compte de la presència del cocodril longirrostre *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) al Tortonian inferior de Menorca, com una espècie pròpia d'un ambient deltaic. La presència de cocodrils longirrostrs miocènics constitueix un excel·lent indicador biològic de les condicions tropicals i/o subtropicals que haurien prevalgut durant el Tortonian inferior del que avui és la zona de l'illa de Menorca. També es fa una revisió i recull de les cites de rèptils fòssils de les Illes Balears.

Paraules clau: *Reptilia, paleoecologia, indicadors paleoambientals, Miocè superior, Menorca, Mediterrània occidental.*

Tomistoma cf. lusitanica (VIANNA & MORAES, 1945) (REPTILIA: CROCODYLIA) FROM THE EARLY TORTONIAN OF THE MAÓ PORT (MENORCA, BALEARIC ISLANDS). The presence of the longirostrine crocodilian *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna & Moraes, 1945) in the Lower Tortonian of Menorca (Balearic Islands, Spain) is recorded. This is a stenotherm, tropical form whose palaeoecologic contribution to characterize deltaic-torrential environments is discussed. The presence of these Miocene crocodilians is an excellent biological indicator of the tropical and/or subtropical conditions that prevailed during Lower Tortonian in Menorca. Also it provides a review and collection of reptile fossils dating from the Balearic Islands.

Keywords: *Reptilia, Palaeoecology, Palaeoenvironmental indicators, Upper Miocene, Menorca, Western Mediterranean.*

Guillem MAS, Museu Balear de Ciències Naturals, Apartat de Correus nº 55, 07100 Sóller (Mallorca), Illes Balears, correu electrònic: masgornals@gmail.com; Antoni OBRADOR, Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici C, Campus de la UAB, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Catalunya, correu electrònic: antoni.obrador@uab.cat; Miquel FERNÁNDEZ, Camí vell de Sant Climent, "Villa Francisco", 07712 Sant Climent, Menorca, Illes Balears, correu electrònic: canxicu@telefonica.net; Josep QUINTANA, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona. correu electrònic: picoguevo@hotmail.com

Recepció del manuscrit: 29-nov-10; revisió acceptada: 30-des-10

Introducció

La primera cita d'un rèptil fòssil a Menorca fa referència a la troballa de restes de la tortuga gegant de Menorca (*Cheirogaster gymnesica* Bate, 1914). Les restes de rèptils fòssils trobats fins ara a Menorca apareixen generalment en contextos geològics similars, és a dir, en sediments continentals formats a l'interior de coves obertes en materials del Miocè mig-superior, el Pliocè o el Plistocè, on s'hi han trobat restes pertanyents a tres ordres diferents: els quelonis, els lacertílids i les serps (Annex 1). En aquest sentit, el context paleoherpetològic de Mallorca, Eivissa i Formentera és similar al de Menorca, però significativament més pobre en tàxons en el cas de les Pitiüses (Annex 2), mentre que a Mallorca l'abast temporal dels jaciments sedimentaris amb restes de rèptils és més ampli (Annex 3).

Aquest article representa la primera cita d'un rèptil pertanyent a un ordre mai citat a Menorca (els cocodrils), trobat en uns sediments d'origen marí del Miocè superior. Hem de mencionar que la cita d'un rèptil al Permià de la cala del Pilar (Pretus i Obrador, 1989) és una referència errònia degut a que en realitat es tracta de restes d'un amfibi (Carmona, 2004). Cal tenir en compte que també Manera (1930) cita un fragment de mandíbula de rèptil indeterminat del Triàsic menorquí.

A les illes Balears, fins ara, les úniques restes de cocodrils havien estat citades a Mallorca, en sediments de l'Oligocè i del Miocè (Annex 2). Així, han estat citats *Crocodylus* sp., cf. *Hispanochampsia mülleri* Kälin, 1936, *Tomistoma* sp. i cf. *Allognatosuchus* sp. a l'Oligocè de Calvià i de les mines de lignits de Sineu i de la conca d'Inca (Colom, 1983; 1991; Ramos-Guerrero *et al.*, 1985; Ramos-Guerrero,

1988). *Crocodylus* sp. també ha estat citat al Miocè mitjà – superior (Vindobonià) marí de Llubí (Bauzá, 1946) i, recentment, Mas (2008) i Mas i Antunes (2008) han citat *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) al Burdigalià inferior de cala Sant Vicenç (Mallorca).

L'any 1981 va ésser trobada una dent per Francisco Domínguez Rivero i Francisco Pons Rivero a l'obrir una canalització a l'esplanada situada al darrera de les cuines del recinte utilitzat actualment com a residència a l'illa del Llatzeret, situada a l'entrada del port de Maó (Fig. 1). Les coordenades UTM (*datum* WGS 84) són: fus: 31S, x: 611460, y: 4414890, amb una cota de 7 m s.n.m. La generositat d'un d'ells i la perseverança d'un dels autors d'aquest article (M. Fernández) per la custòdia del patrimoni geològic de Menorca va propiciar que aquesta dent fos inclosa a l'exposició "Pedres de Menorca" ubicada a la sala de la Biblioteca Pública de Maó a la tardor de 1994. En aquella ocasió va ser mostrada com una dent de cetaci (Fernández *et al.*, 1994, vitrina 17 del catàleg de l'exposició) si bé és cert que sempre va existir el dubte de la seva correcta classificació.

Enquadrament geològic

Des del punt de vista geològic, l'illa del Llatzeret està constituïda, segons la cartografia escala 1:25.000 del IGTE (Rosell *et al.*, 1989), per dues unitats miocenes que recobreixen una superfície d'erosió modelada sobre el paleozoic. Aquestes unitats corresponen a dues litofàcies d'una rampa carbonatada amb ruptura distal (Pomar *et al.*, 2002; Obrador i Pomar, 2004):

a) La unitat inferior miocena està constituïda bàsicament per conglomerats

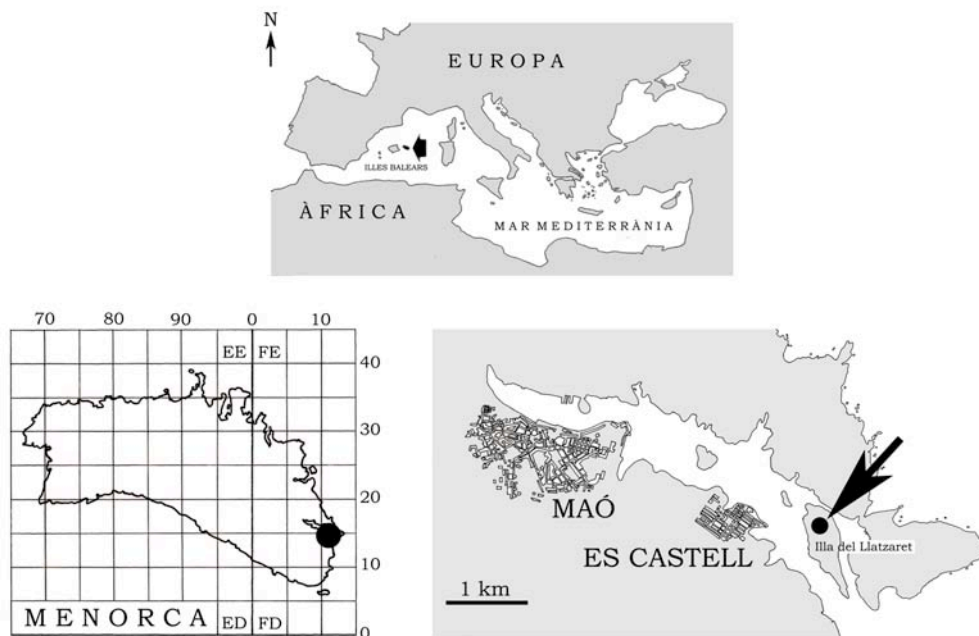


Fig. 1. Situació de l'illa del Llatzeret al port de Maó en relació a l'illa de Menorca i la mar Mediterrània.

Fig. 1. Location of the Llatzeret Island in the Maó port on Menorca Island and the Mediterranean Sea.

amb còdols predominantment del Paleozoic i alguns molt esporàdics del Permotrias. Presenta un caràcter discontinu i fossilitza el sòcol paleozoic que aflora àmpliament a la part nord de l'illa (cala de St. Jordi – canal d'Alfons XIII). A la part inferior l'estratificació dels conglomerats és poc aparent i conté intercalacions de limolites argiloses groguenques i vermelloses. La matriu és arenosa o llimosa. Localment algunes capes estan formades per conglomerats sense matriu amb còdols discoïdals imbricats i inclinats cap el NNW. Les superfícies erosives hi són presents així com nivells ferruginitzats indicant una sedimentació intermitent amb aturades força prolongades. Cap el sostre d'aquesta unitat els conglomerats, amb còdols subangulosos, de fins a 10 cm de diàmetre,

estan moderadament classificats i presenten matriu calcarenítica i intercalacions de gresos quarsosos. Aquests nivells mostren una estratificació encreuada unidireccional de baix angle i en ells són molt abundants les restes d'equinoïdeus (*Amphiope bioculata* Desmoulins 1835) i altra fauna marina (principalment mol·luscs). Correspon a la unitat inferior de Rosell i Llompart (1983) anomenada posteriorment Unitat de Conglomerats Basals (Rosell i Llompart, 2002), i a la litofàcies de conglomerats i gresos de la Unitat Inferior de Barres (UIB) de Pomar *et al.* (2002) i Obrador i Pomar (2004), sense que es pugui descartar que els conglomerats de la part més baixa puguin ser inclosos dins de la Unitat Basal Conglomeràtica (UBC) d'aquests darrers autors.

b) La unitat superior és bàsicament calcarenítica (*packstone* bioturbats) amb intercalacions de conglomerats (amb còdols derivats del Paleozoic) i gresos amb estratificació subhoritzontal o lleugerament inclinada. Les calcarenites, amb abundant quars de gra gruixut a mitjà/fi estan mal classificades i inclouen algun còdol aïllat. La presència de grans detrítics de dolomia amb sobrecreixements de dolomita és característica d'aquesta litofàcies (Freeman *et al.*, 1983). Presenta abundants equinoideus (sencers o fragmentats), motlles de bivalves i gasteròpodes, alguns foraminífers bentònics i fragments d'algues roges. Correspon a la unitat intermèdia de Rosell i Llompart (1983; 2002) i a la litofàcies de *packstone* bioturbats de la Unitat Inferior de Barres (UIB) de Pomar *et al.* (2002) i Obrador i Pomar (2004).

El lloc de la trobada de la dent es situaria en el trànsit entre les dues unitats miocenes, atribuïdes ambdues per Obrador *et al.* (1983) i Obrador i Pomar (2004) al Tortonà inferior (zona N.16 de Blow), d'acord amb les dades de Bizon *et al.* (1973) i Álvaro *et al.* (1984).

Paleontologia sistemàtica

Classe: REPTILIA

Ordre: Crocodylia Gmelin, 1788

Subordre: Eusuchia Huxley, 1875

Família: Crocodylidae Gray, 1825

Subfamília: Tomistominae Kálin, 1955

Gènere: *Tomistoma* Müller, 1846

Tomistoma cf. lusitanica

(Vianna i Moraes, 1945)

Per a la distribució, cites i sinonímia de *T. lusitanica*, així com del gènere

Tomistoma a Europa i la Mediterrània vegeu Mas i Antunes (2008). A Europa, el gènere *Tomistoma* ha estat reconegut des de l'Oligocè superior (Catià) fins el Tortonà inferior (Mas i Antunes, 2008).

Material recuperat

L'única dent recuperada (Fig. 2) és de talla gran, robusta i d'aspecte fort. La corona és cònica, lleugerament corbada, poc punxant i un poc despuntada. La secció de la corona és lleugerament el·líptica aplanada labio-lingualment amb les dues carenes ben marcades (quasi tallants). Presenta la superfície de l'esmail de la corona amb fines estries irregulars verticals. Les seves dimensions són les següents:

Alçada màxima (corona mes part de l'arrel): 41,20 mm

Alçada de la corona: 32,42 mm / 34,53 mm

Diàmetre màxim (labio-lingual) de la corona: 20,17 mm

Diàmetre màxim (messo-distal) de la corona (entre carenes): 23,20 mm.

És de notar que l'única dent recuperada a Menorca presenta una alçada de la corona significativament més gran (Fig. 3) que la de les descrites al Burdigalià inferior de Mallorca (Mas i Antunes, 2008).

Discussió

Diagnòstic diferencial

Les dents de *Tomistoma* són altes, còniques, lleugerament corbades cap a l'interior, amb l'apex poc punxant i porten dues carenes, una anterior i l'altra posterior.

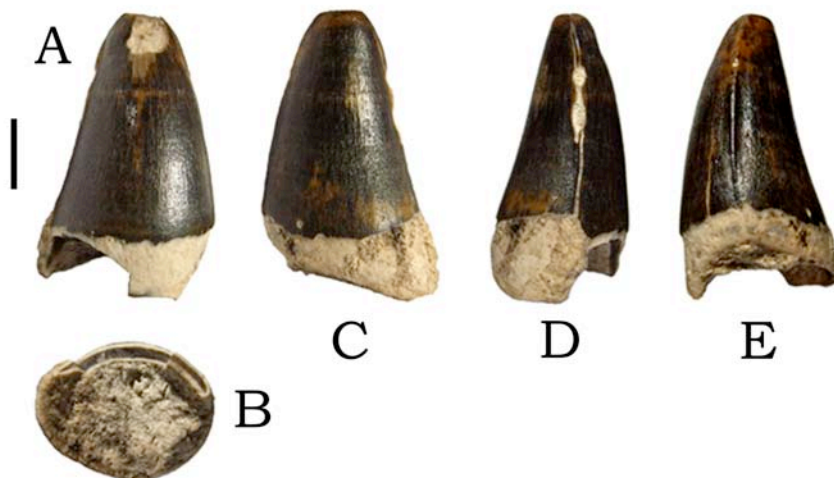


Fig. 2. Crocodilià, *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945), gran dent del Tortonà inferior de l'illa del Llatzeret (Port de Maó, Menorca): vistes laterals, labial (A) i lingual (C); vistes messial (D) i distal (E), mostrant les carenes; (B) vista basal. Escala 10 mm.

Fig. 2. Crocodilian, *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945), larger tooth from the Early Tortonian of Llatzeret Island (Port de Maó, Menorca Island): Laterals views: labial (A) and lingual (C); mesial view (D) and distal view (E), to show the keels; and basal view (B). Scale 10 mm.

La capa d'esmalt presenta una superfície finament reticular i arrugada, en canvi la superfície externa de la dentina presenta una fina i llarga ornamentació estriada. Es poden distingir dos tipus de dents: a) unes són més grans, més altes, més corbades, poc carenades i presenten una secció més o manco el·líptica o rodona, b) unes altres, que es corresponen manifestament amb dents posteriors, són més petites, més baixes, més dissimètriques degut a un aplanament labio-lingual que fa les carenes més marcades. Entre aquests dos tipus de dents, apareixen formes intermèdies (Antunes i Ginsburg, 1989).

Cal tenir en compte que durant al Miocè a l'àrea d'Europa occidental vivien, a més del gènere *Tomistoma*, altres dos gèneres, *Diplocynodon* i un altre, mal representat per restes òssies però amb una dentició molt

diferent, que pareix coincidir amb *Gavialis*. Les dent analitzada presenten unes mides que exclouen, sens dubte, la pertinença a *Diplocynodon*, amb un diàmetre meso-distal que arriba a sobrepassar els 23 mm. L'apex és més esmussat i menys picant que *Diplocynodon*. La superfície finament arrugada i reticular també les diferencia de les dents pràcticament llises de *Diplocynodon*.

La determinació diferencial amb alguna forma de *Gavialis* (normal acompanyant minoritari de *T. lusitanica* en altres jaciments miocens d'Europa occidental) és molt clara tenint en compte la forma més fina, allargada, estilitzada, poc corbada, acanalades verticalment i amb l'apex més agut i llis pròpia de les dents de *Gavialis* sp. L'assignació a nivell específic ens pareix més problemàtica, però tenint en compte la

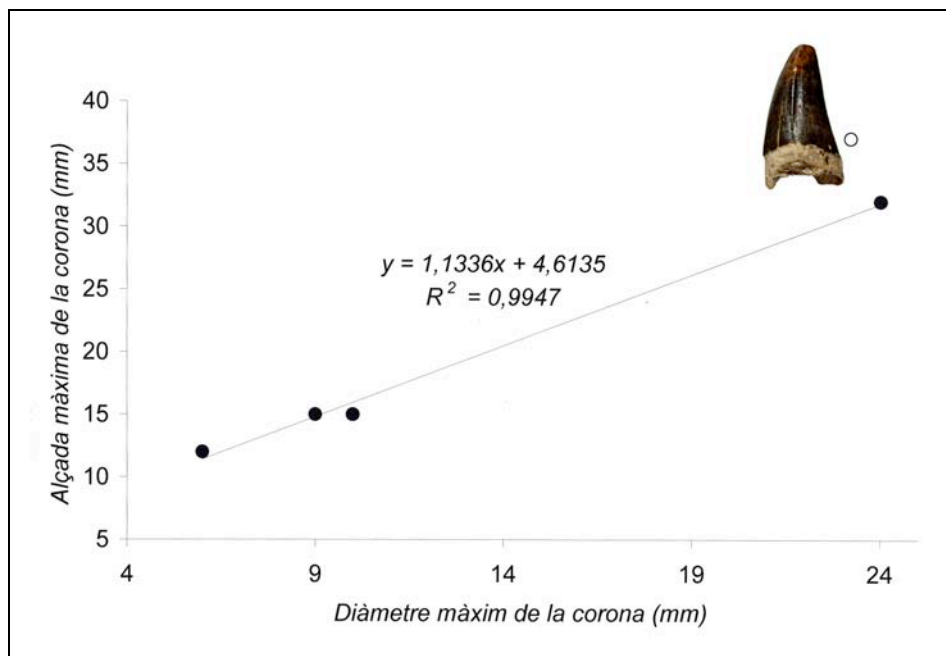


Fig. 3. Anàlisi bivariant alçada/diàmetre, màxims estimats, de la corona de les dents de *Tomistoma* cf. *lusitanica* del Tortonian inferior de Menorca (cercle blanc) i les del Burdigalià inferior Mallorca (cercles negres).

Fig. 3. Bivariate analysis of height/diameter (estimated maximum) of the crown of the tooth of *Tomistoma* cf. *lusitanica* of the lower Tortonian from Menorca (white circle) and teeth of the lower Burdigalian from Mallorca (black circles).

forma robusta, mida, dimensions i proporcions de la dent analitzada, ens suggereix la seva assignació a un gran exemplar de *Tomistoma* cf. *lusitanica*.

Paleogeomorfologia

T. lusitanica va habitar, de la mateixa manera que fan altres representants fòssils i actuals del gènere *Tomistoma*, a regions d'estuari fent freqüents incursions mar endins. De fet, la gran talla d'aquests animals ha d'ésser entesa en relació amb la gran abundància de nutrients (biomassa) aportats per l'ecosistema marí (Antunes, 1961; Crespo, 2001).

La interpretació sedimentològica d'aquesta sèrie va ser efectuada, pel conjunt del Port de Maó, per Obrador (1970; 1973). Aquest autor descriu una seqüència terrígena-carbonatada transgressiva sobre dipòsits torrencials i paleosòls dipositats de manera discordant sobre un basament paleozoic peneplanitzat (pissarres i gresos carbonífers). La seqüència s'inicia amb fàcies conglomeràtiques interpretades com una sedimentació deltaica-torrencial. Són evidents les interrupcions sedimentàries marcades per *hards grounds* incipients molt més desenvolupats a les fàcies equivalents que afloren a la riba meridional del Port.

La presència d'*A. bioculata*, espècie esmentada per primera vegada a Menorca per Obrador (1970) i descrita per Llompart (1983), recolzaria aquesta interpretació paleoambiental que avui descriuríem com un *fan delta*. Bourrouilh (1973) no accepta aquesta interpretació, ja que per aquest autor no existeixen superfícies erosives i els conglomerats són d'origen continental. Els gresos amb estratificació encreuada unidireccional de baix angle de la part alta de la unitat inferior correspondrien a sediments de platja (*foreshore*). Aquests dipòsits litorals passen cap a conca a *packstones* de mol·lusc i foraminífers, mal classificats i bioturbats, que han estat interpretats (Pomar *et al.*, 2002; Obrador i Pomar, 2004) com a sediments d'aigües somes preservats de les accions de les ones i dels corrents per l'efecte protector i relligador efectuat per prades de fanerògames. Aquests autors situen totes aquestes litofàcies a la part interna d'una rampa carbonatada amb ruptura distal que presenta, en posicions marginals, conglomerats i gresos al·luvials, platges de còdols i dipòsits conglomeràtics de *fan delta*.

Paleoclima

Els crocodilians, en general, i *Tomistoma*, de forma específica, constitueixen uns dels millors indicadors biològics de les condicions de temperatura paleoambientals (Mas i Antunes, 2008). La decadència i extinció de *T. lusitanica* estaria relacionada amb la degradació de les condicions climàtiques i, sobretot, temperatures menys elevades, fet certament comprovat durant el Miocè superior i posterior i que concorda amb l'absència absoluta de cocodrils als conjunts faunístics marins posteriors al Tortonà inferior, a tota la Mediterrània. La presència de cocodrils

miocènics és, per tant, un excel·lent indicador de les condicions tropicals i/o subtropicals (Mas i Antunes, 2008) que haurien prevalgut durant el Tortonà inferior en el que avui és la zona de l'illa de Menorca. Fet que també coincideix amb les dades aportades per Brandano *et al.* (2005) i Mateu-Vicens *et al.* (2008) sobre l'existència d'aigües càlides durant el Tortonà inferior.

Cronoestratigrafia

Tenint en compte l'edat dels sediments on va ésser trobada, la dent ha d'ésser atribuïda al Tortonà inferior (zona N.16 de Blow). Per altra banda, no podem descartar que la dent no sigui retreballada del Burdigalià o anterior, sobre tot pel fet de tractar-se d'un únic exemplar i no haver constància d'altra troballa similar. Tanmateix, la dent està bastant ben conservada, és a dir no pareix gens rodada (té les carenes gairebé perfectes) i el prof. M.T. Antunes (com. pers.) ens confirmà que *T. lusitanica* a l'Argarve (Portugal) pot arribar perfectament fins al Tortonà inferior. Les variables ambientals, així com altres indicadors biològics i geològics, ens revelen la correspondència amb un clima subtropical en un ambient mixt de caràcter semiobert, amb aigües poc profundes de salinitat intermèdia i/o variable, i una diversitat de tipus de fons amb predomini dels detrítics amb aportacions continentals, trets que caracteritzen un sistema deltaic-torrencial desenvolupat durant el Tortonà inferior a la zona del Port de Maó (illa de Menorca).

Agraïments

Al Dr. Miguel Telles Antunes, de l'*Acade-*

mia das Ciências de Lisboa, per la supervisió en la determinació taxonòmica de la dent estudiada. Als manobres Francisco Domínguez Rivero i Francisco Pons Rivero per haver cedit la dent a un dels coautors. A l'administradora del Llatzeret Anabel Muñoz per totes les facilitats que ens va donar per visitar el jaciment. A Bernardo Pons Pons, per posar la seva embarcació a la nostra disposició per recórrer el litoral de l'illa. A Josep Lluís Florit, per aportar aquesta peça l'exposició "Pedres de Menorca, 1994". Al Dr. Luis Pomar Gomà, del Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears, pels seus comentaris relacionats amb l'enquadrament geològic. A Salvador Bailon de l'UMR 7209-7194 del CNRS I del MNHN de Paris pels seus comentaris relacionats amb les cites de rèptils fòssils.

Bibliografia

- Adrover, R. 1966. Pequeño intento de lavado de las tierras de la Cueva de Son Muleta y resultados obtenidos. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 39-46.
- Adrover, R. i Angel, B. 1966. Yacimiento del Cuaternario continental en Son Vida. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 107-110.
- Alcover, J.A. i Mayol, J. 1981. Espècies relíquies d'amfibis i de rèptils a les Balears i Pitiüses. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 151-167.
- Alcover, J.A. i Bover, P. 2002. Paleontología, espeleología y ciencias del karst en las Baleares. *Boletín de la SEDECK* 3: 92-105.
- Alcover, J.A., Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. 1981. *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Ed. Moll. Monografies Científiques, 1. 265 pp. Ciutat de Mallorca.
- Alcover, J.A., Sanders, E. i Sanchiz, B. 1984. El registro fòssil de los sapos parteros (Anura, Discoglossidae) de Baleares. In: Hemmer, H. & Alcover, J. A. (eds.), *Història biològica del ferreret*. Ed. Moll, Palma de Mallorca: 109-121.
- Alcover, J.A., McMinn, M. i Altaba, C.R. 1994. Eivissa: A Pleistocene Oceanic-like Island in the Mediterranean. *National Geographic Research & Exploration*, 10(2): 236-248.
- Alomar, G., Mayol, J. i Alcover, J. A. 1983. Baleaphryne et les vertèbres relictos des Baléares: état des connaissances et quelques conséquences généralisables. *Bull. Soc. Zool. France*, 108 (4): 635-647.
- Álvaro, M., Barnolas, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J. i Simó, A. 1984. El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Bol. Geol. Miner.*, 95(1): 3-25.
- Antunes, M.T. 1961. *Tomistoma lusitanica*, crocodilien du Miocène du Portugal. *Revta. Fac. Ciènc. de Lisboa, 2a série C*, 9(1): 3-88.
- Antunes, M.T. i Ginsburg, L. 1989. Les Crocodiliens des faluns miocènes de l'Anjou. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat., 4e sér. C*, 11(2): 79-99.
- Bailon, S. 2004. Fossil record of Lacertidae in Mediterranean islands: the state of the art. In: Pérez-Mellado, V., Riera, N. i Perera, A. (eds.): *The biology of lacertid lizards. Evolutionary and ecological perspectives*: 37-62. Col·lecció Recerca, 8. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- Bailon, S., Garcia-Porta, J. i Quintana-Cardona, J. 2002. Première découverte de Viperidae (Reptilia, Serpentes) dans les îles Baléares (Espagne): des vipères du Néogène de Minorque. Description d'une nouvelle espèce du Pliocene. *C.R. Palevol*, 1: 227-234.
- Bailon, S., Quintana, J. i Garcia, J. 2005. Primer registro fòssil de las familias Gekkonidae (Lacertilia) y Colubridae (Serpentes) en el Plioceno de Punta Nati (Menorca, Islas Baleares). In: Alcover, J. A. i Bover, P. (eds.): Proceedings of the International Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaentological Approach". *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 27-32.
- Bailon, S., Bover, P., Quintana, J. i Alcover, J. A

2010. First fossil record of *Vipera* Laurenti 1768 "Oriental vipers complex" (Serpentes: Viperidae) from the Early Pliocene of the western Mediterranean islands. *C. R. Palevol*, 9: 147-154.
- Bate, D. M. A. 1914. A gigantic land tortoise from the Pleistocene of Menorca. *Geol. Mag. N.S.*, Dec. 6, 1: 100-107. Hi ha una traducció al castellà: Bate, D. M. A. 1920. Sobre los restos de una tortuga terrestre gigantesca (*Testudo gymnesicus*, N. Sp.) del pleistoceno de Menorca. *Revista de Menorca*, 15(8): 229-241.
- Bate, D.M.A. 1918. On a new genus of extinct muscardine rodent from the Balearic Islands. *Proc. Zool. Soc. London*: 209-222.
- Bizon, G., Bizon, J.J., Bourrouilh, R. i Massa, D. 1973. Présence aux îles Baléares (Méditerranée Occidentale) de sédiments "messiniens" déposés dans une mer ouverte à salinité normale. *Comt. Rend. Acad. Sci. Paris*, 277(12): 985-988.
- Bauzá, J. 1946. Contribución a la geología y paleontología de Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 44(5-6): 369-380.
- Bauzá, J. 1955. Notas Paleontológicas de Mallorca: Sobre el hallazgo del "Nothosaurus" en el Trías. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1955(1-2-3): 87.
- Bauzá, J. 1962. Contribución a la geología de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 7: 31-35.
- Bauzá, J. 1978. Paleontología de Mallorca. Ciento ochenta millones de años de la flora y fauna de Mallorca. In: Mascaró, J. (coord.): *Historia de Mallorca*, 7: 331-430. Gráficas Miralles. Palma de Mallorca.
- Bour, R. 1985. Una nova tortuga terrestre del Pleistocè d'Eivissa: la tortuga de la cova de ca na Reia. *Endins*, 10-11: 57-62.
- Bourrouilh, R. 1973. *Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminaison Nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale*. Trav. Lab. Géol. Méd. CNRS et Dep. Géol. struct. Univ. Université de Paris ed. 822 pp.
- Bover, P., Quintana, J., Agustí, J., Bailon, S. i Alcover, J. A. 2007. Caló den Rafelino: an early Pliocene site in Mallorca, western Mediterranean. In: *Libro de resúmenes del VII Simposio Internacional de Zoología*. Topes de Collantes (Sancti Spiritus, Cuba): 119.
- Bover, P., Quintana, J. i Alcover, J. A. 2008. Three islands, three worlds: paleogeography and evolution of the vertebrate fauna from the Balearic Islands. *Quaternary International* 182: 135-144.
- Bover, P., Quintana, J., Bailon, S., Agustí, J. i Alcover, J. A. 2009. The vertebrate assemblage from Caló den Rafelino (Manacor, Mallorca), an early Pliocene fossiliferous deposit. *International Symposium on islands evolution*. Llibre de resums: 36.
- Bover, P., Quintana, J. i Alcover, J. A. 2010. A new species of *Myotragus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae) from the early Pliocene of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). *Geological Magazine*, 147(6): 871-885.
- Brandano, M., Vannucci, G., Pomar, L. i Obrador, A. 2005. Rodolith assemblages from the lower Tortonian carbonate ramp of Menorca (Spain): Environmental and paleoclimatic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 226: 307-323.
- Calafat, F., Fornós, J.J., Marzo, M., Ramos-Guerrero, E. i Rodríguez-Perea, A. 1987. Icnología de vertebrados de la facies Buntsandstein de Mallorca. *Acta Geol. Hisp.*, 21-22(1986-1987): 515-520.
- Carmona, R. 2004. *Estudi d'un Seimuriamorfe (Amphibia: Batrachosauria) del Permià superior de Menorca*. Tesi llicenciatura. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona (inèdit).
- Colom, G. 1934. Els estudis de Mis Bate sobre els vertebrats fòssils del quaternari de Mallorca. *La Nostra Terra*, 7: 140-144.
- Colom, G. 1953. Biografia Balear. Los Saurios: Su origen y su actual distribución. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1953: 5-20.
- Colom, G. 1978. *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y fauna*. Institut d'Estudis Balearics. Palma de Mallorca. 304 pp.

- Colom, G. 1983. *Los lagos del Oligoceno de Mallorca*. Gràfiques Miramar, S.A. Palma de Mallorca. 166 pp.
- Colom, G. 1991. *Las ciencias naturales en las Islas Baleares*. Historia de sus progresos. Direcció General de Cultura. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Palma de Mallorca. 369 pp.
- Colom, G. i Sacarés, J. 1976. Estudios sobre la geología de la región de Randa, Lluçmajor y Porreras. *Revista Balear*, 11(44-45): 21-71.
- Crespí, D., Gràcia, F., Vicens, D., Dot, M. A., Vadell, M., Barceló, M. A., Bover, P. i Pla, V. 2001. Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (2a part). Calvià -Mallorca. *Endins*, 24: 75-97.
- Crespo, E.G. 2001. *Paleo-herpetofauna de Portugal. Publicações Avulsas* (Museu Bocage. Museu Nacional de História Natural), 2ª Série, 7. Lisboa.
- Fernández, M., Florit, J., Monjo, M. i Obrador, A. 1994. *Pedres de Menorca: catàleg de l'exposició*. Biblioteca Pública de Maó. 60 pp.
- Filella, E., Gasser, Z., Garcia, J. i Ferrer, J. A. 1999. Una puesta fósil de tortuga terrestre en el Pleistoceno de Formentera (islas Pitiusas, archipiélago Balear). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 8: 67-84.
- Freeman, T., Rothbard, D. i Obrador, A. 1983. Terrigenous dolomite in the Miocene of Menorca (Spain): Provenance and diagenesis. *J. Sediment. Petrol.*, 53: 543-548.
- Gallermí, J. (coord.). 1988. Registre fòssil. Història Natural dels Països Catalans, 15. Enciclopèdia Catalana, S. A., Barcelona, 478 pp.
- Garcia-Porta, J., Quintana, J. i Bailón, S. 2002. Primer hallazgo de *Blanus* sp. (Amphisbaenia, Reptilia) en el neógeno balear. *Rev. Esp. Herpetología*, 16: 19-28.
- Gasser, Z. i Ferrer, J.A. 1997. Nous jaciments paleontològics del Miocè i Quaternari de Formentera (Illes Pitiüses, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 91-101.
- Gràcia, F., Clamor, B. i Lavergne, J.J. 2000. Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca), *Endins*, 23: 41-58.
- Gràcia, F., Fornós, J.J. i Clamor, B. 2007. Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb important continuacions subaquàtiques. In: Pons, G. X. i Vicens, D. (Edit.). Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló. *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 14: 299-352.
- Jiménez-Fuentes, E., Ramos-Guerrero, E., Martín, S., Pérez, E. i Mulas, E. 1989. Quelonios del Eoceno medio de Mallorca. *Paleontologia i Evolució*, 23(1992): 153-156.
- Kotsakis, T. 1981. Le lucertole (Lacertidae, Squamata) del Pliocene, Pleistocene e Olocene delle Baleari. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 135-150.
- Llompart, C. 1983. *Amphiope bioculata* (DESM.) del Mioceno del Port de Maó (Menorca). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.* 81(1-2): 67-79.
- Manera, J. 1930. Breve estudio geológico de la isla de Menorca. *Revista de Menorca*, 25: 40-53.
- Mas, G. 2005. Nova cita de sargantanes fòssils, *Podarcis* sp. (Lacertidae; Squamata), al Quaternari de Mallorca. *Aubaïna*, 6(1): 48-51.
- Mas, G. 2008. Les formes marines de Crocodylia (Reptilia) com indicadors de canvi climàtic al Neogen de la Mediterrània occidental. In: Pons, G.X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 90-92. Palma de Mallorca.
- Mas, G. i Antunes, M.T. 2008. Presència de *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) al Burdigalià inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Implicacions paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 131-146.
- Mas, G. i Fiol, G. 2009. Ictiofauna del Burdigalià inferior de cala Sant Vicenç (Illes Balears, Mediterrània occidental). *Batalleria*, 14: 67-84.
- Mateu-Vicens, G., Hallock, P. i Brandano, M. 2008. A depositional model and paleoecological reconstruction of the Lower

- Tortonian distally steepened ramp of Menorca (Balearic Islands, Spain). *Palaaios*, 23: 465–481.
- McMinn, M., Altaba, C. R. i Alcover, J. A. 1993. La fauna fòsil de la cova den Jaume Orat (Parroquia d'Albarca, Sant Antoni de Portmany, Eivissa). *Endins*, 19: 49-54.
- Mercadal, B. i Petrus, L. 1980. Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 15-21.
- Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. 1979. Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del Plioceno, Pleistoceno y Holoceno de las Baleares. *Endins*, 5-6: 59-74.
- Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. 1980. Una nueva especie de género *Myotragus* Bate, 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca: *Myotragus binigausensis* nov. sp. Implicaciones paleogeográficas. *Endins*, 7: 34-47.
- Moyà-Solà, S., Agustí, J. i Pons, J. 1984a. The Mio-Pliocene insular faunas from the west mediterranean. Origin and distribution factors. *Paléobiologie Continentale*, 14(2): 347-357.
- Moyà-Solà, S., Pons-Moyà, J., Alcover, J. A. i Agustí, J. 1984b. La fauna de vertebrados neógeno-cuaternaria de Eivissa (Pitiuses). Nota preliminar. *Acta Geol. Hisp.*, 19(1): 33-35
- Obrador, A. 1970. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca. *Acta Geol. Hisp.* 5: 19-23.
- Obrador, A. 1973. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca. *Revista Menorca*, 65: 35-97.
- Obrador, A i L. Pomar, 2004. El Miocè del Migjorn. In: Fornós, J.L., Obrador, A. i Rosselló, V.M. (eds.), Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà: 73-92. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11.
- Obrador, A., Pomar, L., Rodríguez, A. i Jurado, M. J. 1983. Unidades deposicionales del Neógeno menorquín. *Acta Geológica Hispánica*, 18: 87-97.
- Pretus, J. i Obrador, A. 1989. Presencia de restos óseos en el Pérmico de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 31: 149-152.
- Pomar, L., Obrador, A. i Westphal, H. 2002. Sub-wavebase cross-bedded grainstones on a distally steepened carbonate ramp, Upper Miocene, Menorca, Spain. *Sedimentology* 49: 139-169.
- Pons-Moyà, J., Moyà-Solà, S., Agustí, J. i Alcover, J.A. 1981. La fauna de mamíferos de los yacimientos menorquines con *Geochelone gymnesica* (Bate, 1914). Nota preliminar. *Acta Geol. Hisp.*, 16(3): 129-130.
- Quintana, J. 1995. Fauna malacológica asociada a *Cheirogaster gymnesicum* (Bate, 1914). Implicaciones biogeográficas. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 95-119.
- Quintana, J. 1998. Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-117.
- Quintana, J., Bover, P., Alcover, J.A., Agustí, J. i Bailon, S. 2010. Presence of *Hypolagus* Dice, 1917 (Mammalia, Lagomorpha) in the Neogene of the Balearic Islands (Western Mediterranean): Description of *Hypolagus balearicus* nov. sp. *Geobios*, 43: 555-567.
- Ramos-Guerrero, E., Marzo, M., Pomar, L. i Rodríguez-Perea, A. 1985. Estratigrafia y sedimentología del Paleógeno del sector occidental de la Sierra Norte de Mallorca (Baleares). *Rev. Inv. Geol.*, 40: 29-63.
- Ramos-Guerrero, E. 1988. El Paleógeno de las Baleares: Estratigrafia y sedimentología. Tesis, Univ. Barcelona – Universitat de les Illes Balears. 3 vols., 212 pp.
- Reumer, J. W. F. 1982. Some remarks on the fossil vertebrates from Menorca, Spain. *Proc. Konin. Neder. Akad. Wetenschappen*, Series B, 85(1): 77-87.
- Rosell, J. i Llompart, C. 1983. Aportaciones al estudio del Mioceno del extremo oriental de Menorca. *Acta Geológica Hispánica*, 18(2): 99-104.
- Rosell, J. i Llompart, C. 2002. *El naixement d'una illa. Menorca. Guia de geologia pràctica*. Impressió i rellogat Dacs, Indústria Gràfica, S.A. Moncada i Reixac. 279 pp

- Rosell, J., Obrador A. i Mercadal, B. 1976. Las facies conglomeráticas del Mioceno de la isla de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 21: 76-93.
- Rosell, J., Gómez-Gras, D. i Elizaga, E. 1989. Mapa geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 647 (Maó). Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- Vicens, D. i Rodríguez-Perea, A. 2003. Vertebrats fòssils (Pisces I Reptilia) del Burdigalià de cala Sant Vicenç (Pollença, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 117-130.
- Vigne, J. D. i Alcover, J. A. 1985. Incidence des relations historiques entre l'homme et l'animal dans la composition actuelle du peuplement amphibien, reptilien et mammalien des îles de Méditerranée occidentale. Actes du 110^e Congrès national des Sociétés Savants, *Sciences* (2): 79-91.

Annex 1. Reptilia fòssils citats fins ara a l'illa de Menorca.**Annex 1.** Fossil Reptilia mentioned so far in Menorca.

Ordre	Tàxon	Font	Edat
CROCODILIA	<i>Tomistoma</i> cf. <i>lusitanica</i> (Vianna i Moraes, 1945)	En aquest treball	Miocè superior
CHELONIA	<i>Testudo gymnesicus</i> Bate, 1914	Bate, 1914	Plistocè
	<i>Testudo gymnesia</i> Bate, 1914	Colom, 1978	
	<i>Testudo gymnesicus</i> Bate, 1914	Mercadal i Pretus, 1980	Plistocè o pre-plistocè
		Colom, 1991	
	<i>Geochelone gymnesica</i> (Bate, 1914)	Pons et al., 1981	Miocè superior
	<i>Cheirogaster gymnesica</i> (Bate, 1914)	Quintana, 1995	
SERPENTES	<i>Cheirogaster</i> sp. ?	Quintana, 1998	Miocè mig Pliocè
	<i>Vipera</i> indet.	Bailon et al., 2002	
	<i>Vipera natiensis</i> Bailon et al., 2002		
	<i>Vipera</i> sp.		
	<i>Coluber</i> sp.	Bailon et al., 2005	
LACERTILIA	Gekkonidae indet.		
	<i>Blanus</i> sp.	Garcia-Porta et al., 2002	
	cf. <i>Chalcides</i> sp.	Bate, 1918	?
		Alcover et al., 1981	
	Lacertidae ?		Miocè mig
	Lacertidae	Quintana, 1998	Pliocè
	<i>Lacerta (Podarcis)</i> sp.		
	<i>Podarcis</i> aff. <i>lilfordi</i> (Günther, 1874)	Bailon, 2004	
	<i>Podarcis</i> sp.	Colom, 1991	Plistocè
	Lacertidae indet.	Reumer, 1982	
	<i>Lacerta</i> sp.	Bate, 1918	
		Colom, 1934	
		Colom, 1953	
		Colom, 1978	
		Moyà i Pons, 1980	
	<i>Lacerta (Podarcis)</i> sp.	Kotsakis, 1981	Plistocè-Holocè
		Alcover et al., 1981	
	<i>Lacerta (Podarcis) lilfordi</i> (Günther, 1874)	Kotsakis, 1981	

Annex 2. Reptilia fòssils citats fins ara a l'illa d'Eivissa.*Annex 2. Fossil Reptilia mentioned so far in Eivissa.*

Ordre	Tàxon	Font	Edat
CHELONIA	Testudinidae indet.	Alcover <i>et al.</i> , 1981	Plistocè
		Moyà <i>et al.</i> , 1984a	Miocè superior
		Alcover <i>et al.</i> , 1994	
	<i>Testudo</i> sp.	Moyà <i>et al.</i> , 1984b	?
	cf. <i>Cylindaspis</i> sp.	Bour, 1985	Plio-Plistocè
	<i>Cheirogaster</i> sp.	Alcover <i>et al.</i> , 1994 Bover <i>et al.</i> , 2008	
LACERTILIA	Lacertilia indet.	Alcover <i>et al.</i> , 1994	Plistocè
			Holocè
			Miocè superior
	<i>Podarcis</i> sp.	Moyà <i>et al.</i> , 1984b	Plio-Plistocè
		Bover <i>et al.</i> , 2008	
		Colom, 1991	Plio Holocè
	<i>Podarcis pityusensis</i> (Boscà, 1883)	Alcover <i>et al.</i> , 1981	
		Kotsakis, 1981	
		McMinn <i>et al.</i> , 1993	
		Vigne i Alcover, 1985	

Annex 3. Reptilia fòssils citats fins ara a l'illa de Formentera.*Annex 3. Fossil Reptilia mentioned so far in Formentera.*

Ordre	Tàxon	Font	Edat
CHELONIA	Chelonia indet.	Gàsser i Ferrer, 1997	Plistocè
	Testudinidae indet.	Filella <i>et al.</i> , 1999	

Annex 4. Reptilia fòssils citats fins ara a l'illa de Mallorca.**Annex 4.** Fossil Reptilia mentioned so far in Mallorca.

Ordre	Tàxon	Font	Edat
INCERTAE SEDIS	Reptilia indet. (icnites)	Calafat <i>et al.</i> , 1987	
	<i>Cheirotherium</i> isp.		
SAUROPTERYGIA	<i>Nothosaurus</i> sp.	Bauzà, 1955	Triàsic
		Bauzà, 1978	
		Colom, 1991	
CROCODILIA	<i>Crocodilus</i> sp.	Bauzà, 1946	Miocè mig-superior
		Colom, 1991	
	cf. <i>Hispanochampsia mülleri</i> Kälin, 1936	Colom, 1983	
	<i>Tomistoma</i> sp.	Ramos-Guerrero <i>et al.</i> , 1985	Oligocè
		Ramos-Guerrero, 1988	
	cf. <i>Allognatosuchus</i> sp.	Ramos-Guerrero <i>et al.</i> , 1985	
	Crocodylia indet.	Colom, 1983	Miocè inferior
		Mas i Fiol, 2009	
	cf. Crocodylia	Vicens i Rodríguez-Perea, 2003	
	<i>Tomistoma</i> cf. <i>lusitanica</i> (Vianna i Moraes, 1945)	Mas, 2008	
		Mas i Antunes, 2008	
CHELONIA	<i>Paleochelys</i> sp.	Jiménez-Fuentes <i>et al.</i> , 1989	Eocè mig
	<i>Geochelone</i> sp.	Bover <i>et al.</i> , 2008	Miocè superior
	<i>Trionyx</i> sp.		
		Bauzà, 1978	Eocè-Oligocè
		Colom, 1991	
	<i>Testudo</i> sp.	Bauzà, 1978	Plistocè
	Chelonia indet.	Colom,1983	Eocè-Oligocè
		Bauzà, 1978	
		Gràcia <i>et al.</i> , 2000	Miocè
		Alcover i Bover, 2002	
		Gràcia <i>et al.</i> , 2007	
		Bover <i>et al.</i> , 2007	
		Bover <i>et al.</i> , 2010	
		Quintana <i>et al.</i> , 2010	
SERPENTES	<i>Vipera</i> sp.	Bailon <i>et al.</i> , 2010	
	<i>Vipera</i> cf. <i>natiensis</i> Bailon <i>et al.</i> , 2002	Bover <i>et al.</i> , 2009	
	Colubridae indet.	Bover <i>et al.</i> , 2010	
LACERTILIA	<i>Varanus</i> sp.	Colom i Sacarés, 1976	Eocè superior
		Colom, 1983	
		Colom, 1991	
	Anguidae indet.	Bover <i>et al.</i> , 2009	Pliocè
		Bover <i>et al.</i> , 2010	
		Quintana <i>et al.</i> , 2010	
	Lacertidae	Bover <i>et al.</i> , 2009	
	Lacertidae		
	Lacertidae	Bover <i>et al.</i> , 2010	
Quintana <i>et al.</i> , 2010			

	<i>Podarcis</i> aff. <i>lilfordi</i> (Günther, 1874)	Alcover i Mayol, 1981	Plio-Plistocè
		Alcover <i>et al.</i> , 1981	
		Kotsakis, 1981	
		Alomar <i>et al.</i> , 1984	
		Gallellí, 1988	
	<i>Lacerta</i> (<i>Podarcis</i>) sp.	Moyà-Solà i Pons-Moyà, 1979	Plistocè-Holocè
		Alcover <i>et al.</i> , 1981	
		Bauzá, 1962	
	<i>Lacerta</i> sp.	Adrover i Angel, 1966	Plistocè
		Adrover, 1966	
		Bauzá, 1978	
	<i>Podarcis lilfordi</i> (Günther, 1874)	Alcover i Mayol, 1981	
		Alcover <i>et al.</i> , 1984	
		Alomar <i>et al.</i> , 1983	
		Gallellí, 1988	
		Kotsakis, 1981	
		Alcover <i>et al.</i> , 1981	
		Crespí <i>et al.</i> , 2001	
		Kotsakis, 1981	
	<i>Podarcis</i> sp.	Colom, 1991	Holocè
	<i>Podarcis lilfordi muletensis</i> Kotsakis, 1981	Alcover i Mayol, 1981	Plistocè-Holocè
		Kotsakis, 1981	
		Alcover <i>et al.</i> , 1984	
		Alomar <i>et al.</i> , 1983	
	<i>Podarcis</i> sp. cf. <i>P. lilfordi</i> (Günther, 1874)	Mas, 2005	

Seguimiento de una invasión de arañas del género *Argiope* (Arachnida, Araneidae) en las islas Columbretes

Aurora M. CASTILLA, Guillem X. PONS y Alberto GOSÁ

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Castilla, A.M., Pons, G.X. y Gosá, A. 2010. Seguimiento de una invasión de arañas del género *Argiope* (Arachnida, Araneidae) en las islas Columbretes. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 123-132. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Las invasiones de especies foráneas constituyen una de las causas que originan cambios importantes en la biodiversidad global. Hemos realizado un estudio descriptivo para documentar la fluctuación anual de la densidad de arañas del género *Argiope* (*A. lobata* y *A. bruennichi*) después de que en verano de 2004 se detectara una invasión de estas especies en el Parque Natural de las Islas Columbretes (Mediterráneo, España). Desde entonces, ambas especies han estado presentes en la isla hasta 2008, con la excepción de 2007 en que no se observó ningún ejemplar de *A. bruennichi* durante el mes de agosto en el que se realizaron los censos anuales. El porcentaje de arañas *A. lobata* ha sido mayor que el de *A. bruennichi* durante los 5 años de seguimiento. Los resultados sugieren que las condiciones bióticas y abióticas de la isla deben ser más favorables para *A. lobata* que para *A. bruennichi*, o bien que debe existir competencia entre ellas. La densidad de ambas especies ha disminuido a lo largo de los años, lo que sugiere que las condiciones de la isla no deben constituir un hábitat adecuado para especies de arañas de este género. Nuestras observaciones parecen indicar que la presencia de *Argiope* en Columbretes no debería representar una amenaza para las especies endémicas de artrópodos ni para la lagartija endémica *Podarcis atrata*. No obstante, esto es algo que habría que confirmar con datos empíricos. Por ello sería muy recomendable proceder con el seguimiento de la densidad de *Argiope* a largo plazo, también con el seguimiento de su dieta y de las interacciones con otras especies. También sería muy recomendable dirigir futuros estudios hacia el examen de los patrones y mecanismos que favorecen el éxito o fracaso de las invasiones de arañas en ecosistemas insulares.

Palabras clave: *Argiope*, arañas, densidad, invasiones, cambio global, conservación Islas Columbretes.

TRACKING AN INVASION OF SPIDERS OF THE GENUS *ARGIOPE* (ARACHNIDA, ARANEIDAE) IN THE COLUMBRETES ISLANDS. Biotic invasions are one of the most important reasons for changes in biodiversity. We made a descriptive study to document annual fluctuations in spider density of the genus *Argiope* (*A. lobata* and *A. bruennichi*), after we observed an invasion of these species in the Natural Park of the Columbretes islands (Mediterranean, Spain) during summer 2004. Since then, both species have been present in the island until 2008, with the exception of 2007 when no individuals of *A. bruennichi* were observed during the censuses that were conducted during the month of August of each year. The percentage of *A. lobata* spiders was higher than that for *A. bruennichi* during five consecutive years. Our results suggest that the biotic and abiotic conditions of the island must be more favourable for *A. lobata* than for *A. bruennichi*. Alternatively, high competition may occur among species. The density of both *Argiope* species has decreased along the years, suggesting that the conditions and habitat of the island may not be adequate for these species. Our observations suggest that the presence of

Argiope in Columbretes should not represent a threat for the endemic arthropod species in the island or the endemic lizard *Podarcis atrata*. Nevertheless, this is something that should be supported with empirical data. It is therefore highly recommended to conduct long term studies to monitor the density of their populations, to examine their diet and their interactions with other species in the island. Future studies should be also focused towards the knowledge of the invasion patterns and mechanisms of successful or unsuccessful spider invasions in insular ecosystems.

Keywords: *Argiope*, spiders, density, invasions, global change, conservation Columbretes islands.

SEGUIMENT D'UNA INVASIÓ D'ARANYES DEL GÈNERE *ARGIOPE* (ARACHNIDA, ARANEIDAE) A LES ILLES COLUMBRETS. Les invasions d'espècies forànies constitueixen una de les causes que originen canvis importants en la biodiversitat global. S'ha realitzat un estudio descriptiu per a documentar la fluctuació anual de la densitat d'aranyes del gènere *Argiope* (*A. lobata* i *A. bruennichi*) després de que l'estiu de 2004 es detectara una invasió d'aquestes espècies en el Parc Natural de les Illes Columbrets (Mediterrània occidental). Des d'aquest moment, ambdues espècies han estat presents a l'illa fins el 2008, amb l'excepció de 2007 en que no se va observar cap exemplar d'*A. bruennichi* durant el mes d'agost en que es varen realitzar els censos anuals. El percentatge de presència d'*A. lobata* ha estat major que el d'*A. bruennichi* durant els 5 anys de seguiment. Els resultats suggereixen que les condicions biòtiques i abiòtiques de l'illa deuen ser més favorables per a *A. lobata* que per a *A. bruennichi*, o bé que deu existir competència entre elles. La densitat d'ambdues espècies ha minvat al llarg dels anys, el que suggereix que les condicions de l'illa no deuen constituir un hàbitat adequat. Les observacions fruit d'aquest treball semblen indicar que la presència d'*Argiope* a les Columbrets no deuria representar una amenaça per a les espècies endèmiques d'artròpodes ni per a la sargantana endèmica *Podarcis atrata*. No obstant, aquestes dades s'haurien de confirmar amb dades empíriques. És per això, que ser seria molt recomanable procedir amb el seguiment de la densitat de les distintes espècies del gènere *Argiope* a llarg plaç, també amb el seguiment de la seva dieta i de les interaccions amb altres espècies. També seria molt recomanable dirigir futurs estudis cap a l'avaluació de patrons i mecanismes que afavoreixen l'èxit o el fracàs de les invasions d'aranyes en ecosistemes microinsulars.

Paraules clau: *Argiope*, aranyes, densitat, invasions, canvi global, conservació, illes Columbrets.

Aurora M. CASTILLA, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya; Carretera de Sant Llorenç de Morunys Km 2, 25280 Solsona, Lleida, Spain. E-mail: aurora.castilla@ctfc.es; Estación Biológica y de Cultura Científica de Sanaiija (Ayuntamiento de Sanaiija), Ap. Correos nº 35; 25280 Solsona, Lleida, Spain; E-mail: castilla.aurora@gmail.com; Qatar Environment and Energy Research Institute (QEERI), Qatar Foundation, Education City, PO Box 5825, Doha, Qatar; E-mail: acastilla@qf.org.qa; Guillem X. PONS, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa km 7,5, 07122 Palma de Mallorca; E-mail: guillemx.pons@uib.es; Alberto GOSÁ Sociedad de Ciencias Aranzadi. c/ Zorroagaina, 11. 20014 San Sebastián, Spain.

Recepció del manuscrit: 2-des-09; revisió acceptada: 30-des-09

Introducción

La invasión de especies foráneas constituye una amenaza para la conservación de especies silvestres y la integridad de los ecosistemas (Vitousek *et al.*, 1996; Mack *et al.*, 2000; Schoener *et al.*, 2002). Científicos de diversos países del mundo dedican grandes esfuerzos al análisis de las características que hacen posible que las especies foráneas se establezcan con éxito como invasoras o que no lo hagan (e.g., Burger *et al.*, 2001; Gruner 2005). El impacto negativo que tienen las especies invasoras de animales y plantas está muy bien estudiado en algunos casos (Mayol, 2003; Capdevilla *et al.*, 2006; Orueta *et al.*, 2007). En estos trabajos quedan reflejados los efectos nocivos que tienen las especies introducidas e invasoras, especialmente en los medios insulares de reconocida fragilidad ecológica. Existen varios ejemplos de aves marinas extinguidas por ratas o carnívoros, de plantas endémicas y comunidades vegetales afectadas por herbívoros. También se conocen fenómenos irreversibles de erosión desencadenados por conejos o ungulados, casos de introgresión genética (Barilani *et al.*, 2007; Genovart *et al.*, 2007), difusión de enfermedades por especies foráneas, etc. Aunque los ejemplos descritos en la literatura científica son numerosos, no siempre se documentan con detalle, no se hace un seguimiento pormenorizado de los mismos, ni se exploran las consecuencias ecológicas que tienen sobre las comunidades invadidas.

El seguimiento espacial y temporal de las especies invasoras se considera muy necesario para poder explorar las posibles repercusiones de éstas sobre las especies autóctonas de fauna y flora silvestres. Esta tarea resulta particularmente importante en ecosistemas insulares de pequeño tamaño

que contienen especies endémicas y amenazadas y en donde la productividad primaria es muy escasa. Cualquier invasión en estos medios podría incrementar los niveles de competencia por el alimento y de depredación. Además, podrían alterar negativamente las interacciones entre los depredadores y presas de la comunidad insular.

Muchas especies de arañas son excelentes colonizadoras de ambientes insulares debido a que presentan anemocoria (i.e., dispersión por el viento) y pueden viajar miles de kilómetros (Vigne, 1997). Esta dispersión, en algunas especies, se ve potenciada con un comportamiento denominado en terminología anglosajona *ballooning* que consiste en la dispersión de ejemplares juveniles gracias a la utilización de un fino hilo de seda que actúa como una cometa (Attenborough, 1984). Las arañas tejedoras del género *Argiope* se incluyen dentro del grupo de las buenas dispersoras.

Las introducciones no intencionadas de especies foráneas de arañas en Europa son muy comunes, y las predicciones para un futuro inmediato indican que se producirá un incremento permanente del número de especies de arañas invasoras en Europa (Kobelt y Nentwig, 2008). Por ello es muy importante no dejar pasar desapercibidas las observaciones, por insignificantes que parezcan, sobre cualquier posible invasión de especies foráneas.

En este estudio se ha recopilado la información existente en la literatura sobre la densidad de arañas del género *Argiope* (*A. lobata* y *A. bruennichi*) en la isla Columbretes Grande, después de que en verano de 2004 se detectara una invasión de estas especies (Castilla *et al.*, 2004; 2005; 2006), y se han realizado nuevos censos y observaciones en 2007 y 2008. El objetivo de este estudio consiste en describir las fluctuaciones anuales de la densidad de las

dos especies de arañas tejedoras, y predecir el riesgo que podrían suponer para la fauna autóctona y endémica del Parque Natural de las islas Columbretes.

Material y métodos

Zona de estudio

El trabajo de campo se ha realizado en la isla principal (Columbrete Grande, 13 ha) del archipiélago de Columbretes (Mar Mediterráneo, 39° 54N, 0°41E). El archipiélago tiene origen volcánico, con una temperatura media anual de 17°C y pluviosidad de 265 mm/año (ver detalles en Castilla y Bauwens, 1991). La costa peninsular más próxima (Castellón de la Plana, España) se encuentra a 57 km hacia el Oeste; a 150 km al NE se encuentra la isla de Mallorca (Balears) y a 105 km al SE la isla de Ibiza (Balears).

La isla Columbrete Grande alberga un elevado número de artrópodos endémicos

(Alonso Matilla *et al.*, 1987), siendo el escorpión (*Buthus occitanus*) el más abundante de la isla (Castilla y Pons, 2007; Castilla *et al.*, 2010). El vertebrado terrestre más importante es la lagartija endémica *Podarcis atrata* (Castilla, 2002; Castilla *et al.*, 1998; Gabirot *et al.*, 2010) cuya dieta es básicamente insectívora (Castilla *et al.*, 1987).

Densidad

Los censos de arañas se han realizado en dos zonas de la mitad Norte de la isla, entre el Faro principal y el puerto (Fig. 1). La zona 1 conecta el Faro con las Casernas de ocupación humana, y la zona 2 conecta las Casernas con la zona Central que conduce al desembarcadero de la isla. Los censos se han realizado en agosto de 2007 y 2008 en las mismas zonas y por las mismas personas que los años anteriores (Castilla *et al.*, 2004; 2005; 2006). Durante los censos se avanzó a paso lento cubriendo ambos lados del camino de un metro de ancho

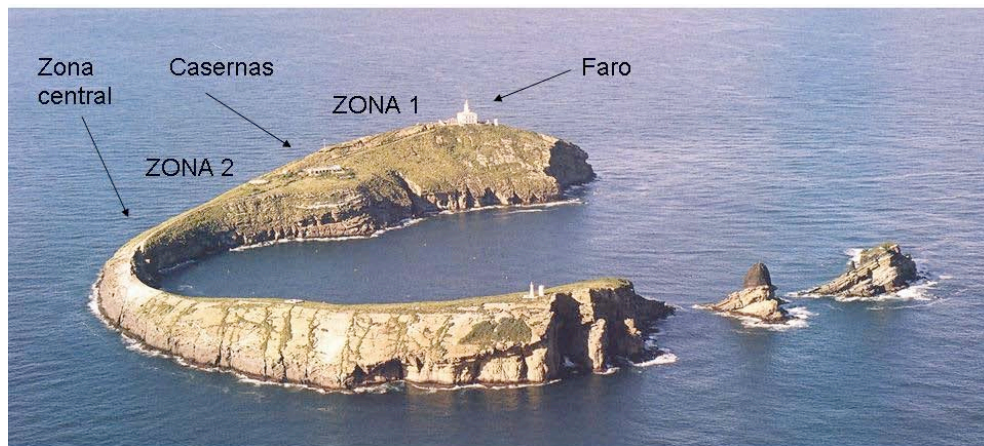


Fig. 1. Zonas de muestreo en la isla Columbrete Grande del Parque Natural de las Islas Columbretes (Mediterráneo, España). Zona 1: desde el Faro hasta las Casernas; zona 2: desde las Casernas hasta el camino en el centro de la isla que baja al puerto.

Fig. 1. Study areas in Columbrete Grande island (Mediterranean, Spain). Zone 1: from the lighthouse to the houses of human habitation. Zone 2: from the houses to the centre of the island.



Fig. 2. Detalle del camino central de la isla Columbrete Grande en donde se realizaron los censos.

Fig. 2. Central path in the island Columbrete Grande where censuses were conducted.

(Fig. 2). En la zona 1, uno de los lados estaba caracterizado por poseer una cobertura de vegetación elevada y dominada por arbustos de *Suaeda vera*, *Medicago arborea* y *Malva arborea*. La altura de la vegetación era variable a lo largo del camino pudiendo alcanzar los 2 m cerca de las Casernas y menos de medio metro en diversos tramos del recorrido. El lado opuesto del camino consistía en una pared de roca casi vertical con escasa vegetación de poca altura (Fig. 2). En la zona 2 ambos lados del camino presentaban vegetación con distinta altura y cobertura.

Los censos fueron realizados simultáneamente por dos personas caminando en paralelo a lo largo del recorrido. Se anotó el número de arañas observadas de cada especie, *A. lobata* (Fig. 3) y *A. bruennichi* (Fig. 4) y su distancia al camino. La presencia de arañas adultas no pasó desapercibida ninguno de los años de estudio debido al gran tamaño de las telas (entre 1 y 3 metros de longitud) y al visible tamaño corporal de las hembras de cerca de 2 cm, que además se encontraban en posición estática en el centro de la tela. Por ello, consideramos que las diferencias entre



Fig. 3. Hembra de *Argiope lobata* en la isla Columbrete Grande.

Fig. 3. Female *Argiope lobata* in the island Columbrete Grande

años en el número de arañas detectadas no deben estar sujetas a sesgos de detección inducidos por el observador.

Resultados y discusión

Se conocen muy pocas especies de arañas en el archipiélago de Columbretes (Alonso Matilla *et al.*, 1987), si se compara con la de otros islotes del mismo tamaño en el Mediterráneo, y en donde el número de especies se triplica (Pons y Palmer, 1999). Las especies de *Argiope* no se habían descrito en la isla hasta que se detectó la invasión de 2004 (Castilla *et al.*, 2004). Desde entonces, las dos especies de arañas han estado presentes en la isla Columbrete Grande durante los 5 años de seguimiento, con la excepción de 2007, año en el que no se observó ningún ejemplar de *A. bruennichi* (Fig. 4). Los datos correspondientes al año 2008 se perdieron accidentalmente antes de poder ser procesados, no obstante el patrón observado fue muy similar al de los años anteriores, con una reducida presencia de ambas especies, una presencia más elevada de *A.*



Fig. 4. Hembra de *Argiope bruennichi* en la isla Columbrete Grande.

Fig. 4. Female *Argiope bruennichi* in the island Columbrete Grande.

lobata (Fig. 5) y solo tres ejemplares de *A. bruennichi*.

Los resultados del estudio indican que la densidad de las dos especies de arañas ha ido disminuyendo progresivamente con el paso de los años en las dos zonas de muestreo (Fig. 6). Las condiciones macroclimáticas de la isla no parecen haber sufrido grandes modificaciones (Castilla *et al.*, 2006). Es posible que las condiciones microclimáticas u otros factores bióticos hayan intervenido para desfavorecer la proliferación y mejor asentamiento de las poblaciones de *Argiope* en la isla Columbrete Grande. Estudios previos han demostrado que existe una correlación positiva entre la densidad de arañas y la pluviosidad anual, y Columbrete es una isla con una pluviosidad reducida (con una media de 265 mm anuales).

La presencia de depredadores (Schoener y Spiller 1995; Gruner 2005), la competencia y las interacciones entre especies (Korsu *et al.*, 2008), el número de ejemplares colonizadores, y el número de invasiones producidas (Korsu *et al.*, 2008), constituyen causas muy importantes para determinar el éxito o fracaso de las invasiones. En Columbrete, la ausencia de

estudios dirigidos al examen de estos aspectos solo nos permitiría especular sobre las causas limitantes de la proliferación de las especies de *Argiope* en la isla.

Aunque desconozcamos el impacto que puede tener la presencia de *Argiope* sobre la fauna residente, es muy importante tener en cuenta que las arañas de gran tamaño (e. g., *Argiope*) capturan mayor número de presas y presas de mayor tamaño que las arañas pequeñas (Pearson, 2009).

Las distintas especies del género *Argiope* se conocen bien por consumir gran cantidad de insectos. En pastizales de Arizona se han descrito cerca de 7.500 presas recogidas de sus telas en primavera (Nyffler y Breene, 1991).

La especie de lagartija endémica de Columbrete (*Podarcis atrata*) es fundamentalmente insectívora (Castilla *et al.*, 1997). En verano tiene lugar la explosión de nacimientos de lagartijas, coincidiendo con la época en la que las arañas alcanzan su máximo tamaño. Las enormes telas de 1 a 3 metros que construyen las especies de *Argiope* podrían constituir trampas muy eficaces para las lagartijas recién nacidas con una longitud



Fig. 5. Hembra de *Argiope lobata* durante el proceso de captura de una presa de gran tamaño.

Fig. 5. Female *Argiope lobata* capturing a big prey.

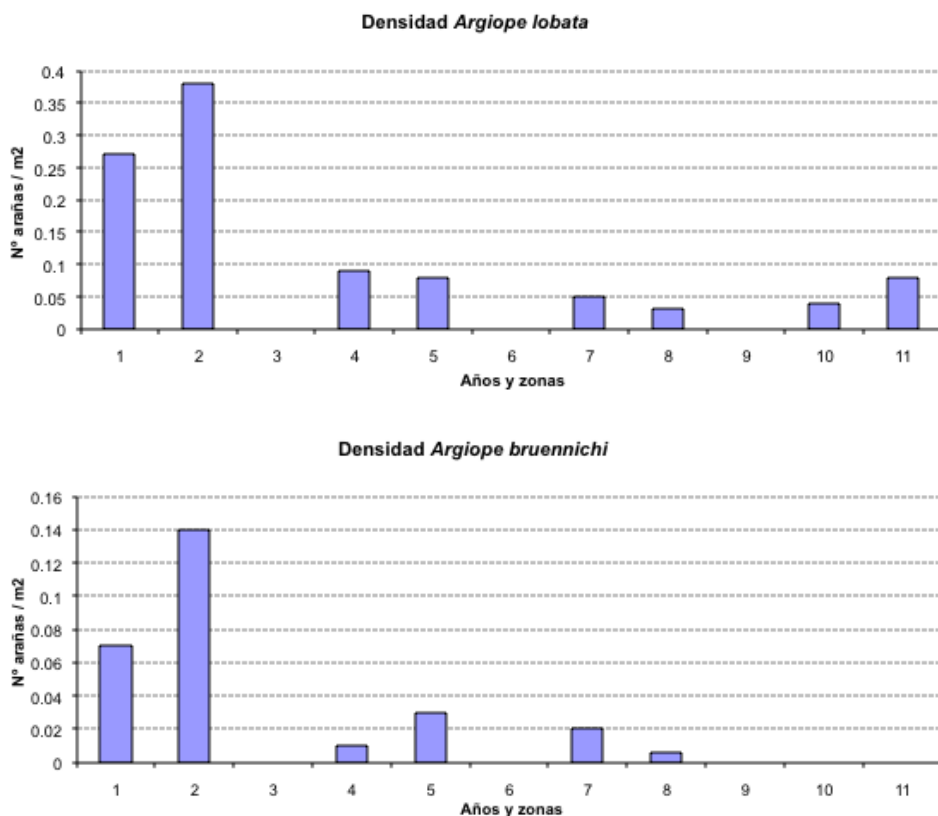


Fig. 6. Variación de la densidad de las dos especies de *Argiope* en la isla Columbrete Grande durante diferentes años y en las dos zonas estudiadas.

Fig. 6. Density variation of the two spider species in the island Columbrete Grande during different years and in two zones.

corporal similar al de las arañas (Castilla *et al.*, 2005). Además, estas arañas capturan presas de gran tamaño (Fig. 5).

En la isla, ya se ha observado un ejemplar adulto (ca. 70 mm longitud) de lagartija atrapado en una red (información del Parque Natural). Las redes son muy fuertes y suficientemente estables como para soportar el peso de aves paseriformes

migratorias (e.g., mosquitero común, *Phylloscopus collybita*, de 6-9 g) (datos del Parque Natural). Fenómenos de este tipo ya se han descrito con anterioridad en otras zonas y con otras especies. La lagartija *Lacerta vivipara* se ha encontrado atrapada en telas de araña en Bélgica (D. Bauwens, com. pers.). Pons (1993) también ha descrito la presencia de aves migratorias,

concretamente un pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*) atrapado en la tela de *Araneus angulatus* en el archipiélago de Cabrera (Islas Baleares).

Las invasiones de arañas también pueden tener un gran impacto sobre la organización trófica de la comunidad. La lagartija endémica (*P. atrata*) es insectívora, y muestra gran predisposición por el consumo de escorpiones (*B. occitanus*) de gran tamaño (Castilla y Herrel, 2009), y éstos también son importantes consumidores de insectos. Por tanto, la entrada y asentamiento en la isla de especies de arañas cuya dieta se basa en invertebrados (e.g., *Argiope*) debe tener importantes consecuencias sobre la supervivencia y el éxito reproductor de las especies residentes.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades del Parque Natural Marítimo Terrestre (Conselleria, Generalitat Valenciana) por los permisos concedidos para trabajar y permanecer en el Parque Natural. A la guardería del Parque por colaborar con los censos y facilitar información sobre observaciones realizadas en el campo. A Pep (Cruz Roja del Mar) y a las embarcaciones CAT-CAT y Clavel I por facilitar los desplazamientos a la isla. Este estudio se ha realizado con un contrato Ramón y Cajal (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ministerio de Educación y Ciencia) (a AMC).

Referencias

- Alonso Matilla, L.A., Carretero, J.L. y García-Carrascosa, A.M. (eds.) 1987. Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural. Generalitat Valenciana, Valencia.
- Barilani, M., Bernard-Laurent, A., Mucci, N., Tabarroni, C., Kark, S., Garrido, J.A.P. y Randi, E. 2007. Hybridisation with introduced chukars (*Alectoris chukar*) threatens the gene pool integrity of native rock (A-graeca) and red-legged (A-rufa) partridge populations. *Biological Conservation*, 137 (1): 57-69.
- Burger, J.C., Patten, M.A., Prentice, T.R. y Redak, R.A. 2001. Evidence for spider community resilience to invasion by non-native spiders. *Biological Conservation*, 98: 241-249.
- Capdevila, L.A., García, A.I., Orueta, J.F. y Zilleti, B. 2006. Especies exóticas invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Organismo Autónomo de Parques nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid 387 pp
- Castilla, A.M. y Bauwens, D. 1991. Observations on the natural history, present status, and conservation of the insular lizard *Podarcis hispanica atrata*. *Biological Conservation*, 58: 69-84.
- Castilla, A.M., Cooper, W.E. y Pons G.X. 2010. The effect of moonlight variation on scorpion (*Buthus occitanus*) activity in the Columbretes Islands (Mediterranean, Spain). In: Pérez-Mellado, V. y Ramon, M. (eds). Islands and evolution. Col·lecció Recerca, 19: 221-230.
- Castilla, A.M., Fernández-Pedrosa, V., Backeljau, T., González, A., Latorre, A., y Moya, A. 1998. Conservation genetics of insular *Podarcis* lizards using partial cytochrome b sequences. *Mol. Ecol.*, 7: 1407-1411.
- Castilla, A.M., Jiménez, J. y Lacomba, I. 1987. Los reptiles de Columbretes. In: Alonso Matilla, L.A., Carretero, J.L. y García-Carrascosa, A.M. (eds.). Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural., pp. 181-194. Generalitat Valenciana, Valencia.
- Castilla, A.M., García, R., Verdugo, I., Pons, G.X. y Escobar, J.V. 2005. Primeros datos sobre la ecología y comportamiento de las arañas *Argiope lobata* y *A. bruennichi* de

- una población que ha colonizado recientemente las islas Columbretes (Mediterráneo, España). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 48: 61-69.
- Castilla, A.M. y Herrel, A. 2009. The scorpion *Buthus occitanus* as a profitable prey for the endemic lizard *Podarcis atrata* in the volcanic Columbretes islands (Mediterranean, Spain). *J. Arid Environments*, 73: 378-380.
- Castilla, A.M., Pastor, E. y Pons, G.X. 2006. Fluctuación anual de la densidad de arañas tejedoras del género *Argiope* en las islas Columbretes: Consecuencias sobre la lagartija endémica *Podarcis atrata*. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 137-143.
- Castilla, A.M. y Pons, G.X. 2007. Primeros datos sobre la población de escorpiones (*Buthus occitanus*) en las islas Columbretes (Mediterráneo, España). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 267-278.
- Castilla, A.M., Pons, G.X. y Escobar, J.V. 2004. Consideraciones ecológicas y biogeográficas del género *Argiope* (Arachnida, Araneae) en las Islas Columbretes (Castellón, España). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 47: 97-106.
- Eichenberger, B., Siegenthaler, E. y Schmidt-Entling, M.H. 2008. Body size determines the outcome of competition for webs among alien and native sheetweb spiders (Araneae: Linyphiidae). *Ecological Entomology*, 34 (3): 363-368.
- Gabirot, M., Castilla, A.M., López, P. y Martín, J. 2010 (en prensa). Chemosensory species recognition by endemic island lizards may avoid hybridization with introduced related mainland lizards. *Canadian J. Zoology*,
- Genovart, M., Oro, D., Juste, J. y Bertorelle, G. 2007. What genetics tell us about the conservation of the critically endangered Balearic shearwater? *Biological Conservation*, 137 (2): 283-293.
- Gruner, D.S. 2005. Biotic resistance to an invasive spider conferred by generalist insectivorous birds on Hawaii island. *Biological Invasions*, 7: 541-546.
- Kobelt, M. y Nentwig, W. 2008. Alien spider introductions to Europe supported by global trade. *Diversity and distributions*, 14 (2): 273-280.
- Korsu, K., Huusko, A., y Muotka, T. 2008. Ecology of alien species with special reference to stream salmonids. *Boreal Environment Research*, 13: 43-52.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H. Clout, M. y Bazzaz, F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecology*, 5: 1-25.
- Mayol, J. 2003. Introducción. In: Orueta, J.F. (edit). Manual práctico para el manejo de vertebrados invasores en islas de España y Portugal. Proyecto LIFE2002NAT/CP/E/000014. 248 pp.
- Nyffeler, M. y Breene, R.G. 1991. Impact of predation upon honey-bees (Hymenoptera, Apidae) by orb-weaving spiders (Araneae, Araneidae and Tetragnathidae) in grassland ecosystems. *J. of Applied Entomology*, 111 (2):179-189.
- Orueta, J.F. 2007. Vertebrados invasores: problemática ambiental y gestión de sus poblaciones. Organismo Autónomo de Parques nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid 351 pp
- Pearson, D.E. 2009. Invasive plant architecture alters trophic interactions by changing predator abundance and behaviour. *Oecologia*, 159 (3):549-558.
- Pons, G.X. 1993. Estudi preliminar sobre la fauna d'Aranèids (Arachnida, Araneae). In: Alcover, J.A., Ballesteros, E. y Fornós, J.J. (Eds.). *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 333-350.
- Pons, G.X. y Palmer, M. 1999. Invertebrats endèmics (Tenebrionidae i Araneae) i illes: introduccions i extincions als illots de Cabrera (Illes Balears). In: Ecologia de les Illes. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 6: 105-122.
- Schoener, T.W. y Spiller, D.A. 1995. Effect of predators and area on invasion—an experiment with islands spiders. *Science*, 267: 1811-1813.
- Schoener, T.W., Spiller, D.A. y Losos, J.B. 2002. Predation on a common *Anolis* lizard: Can the food-web effects of a devastating predator be reversed? *Ecological Monographs*, 72: 383-407.

- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L. y Westbrooks, R. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*, 84: 468-478.
- Williams, J.L., Moya-Larano, J. y Wise, D.H. 2006. Burrow decorations as antipredatory devices. *Behavioral Ecology*, 17: 586-590.

Alteracions antròpiques en els boscos de *Pinus halepensis* Mill. dels sistemes dunars de Mallorca

Miquel MIR-GUAL, Pere FRAGA, Guillem X. PONS, Francesc X. ROIG-MUNAR, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Antonio RODRÍGUEZ-PEREA i Pere J. BRUNET

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Mir-Gual, M., Fraga, P., Pons, G.X., Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A. i Brunet, P. J. 2010. Alteracions antròpiques en els boscos de *Pinus halepensis* Mill. dels sistemes dunars de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 133–152. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Els sistemes platja-duna són, sens dubte, un dels trets fisiogràfics més característics de les costes mallorquines. Tot i que aquests, des d'algunes dècades enrere s'hagin associat de manera ferma a l'activitat socioeconòmica lligada a la indústria turística de sol i platja, la seva interacció amb l'home es remunta segles enrere. Gràcies a la tasca realitzada recentment a Menorca s'ha pogut comprovar, mitjançant l'aplicació d'una senzilla metodologia de mostreig, que una important part dels sistemes dunars a l'illa tenen masses forestals que, formades bàsicament per *Pinus halepensis* Mill., presenten un origen temporal sospitosament similar, donant peu a pensar amb la importància que la mà de l'home ha pogut jugar pel que fa a l'aspecte i configuració de la seva realitat vegetal actual, tot indicant tendències de discriminació positiva en quant a la presència d'aquesta espècie. El present treball pretén mostrar les modificacions que les masses boscoses de *P. halepensis* associades a alguns sistemes dunars litorals de l'illa de Mallorca han sofert al llarg de les dècades. S'analitzen mostres representatives per a cada un dels sistemes, les quals, a partir de la seva anàlisi permeten extreure algunes consideracions significatives que mostren alhora l'evolució històrica d'aquests ambients.

Paraules clau: sistemes dunars, *Pinus halepensis*, pressió antròpica, reforestacions, deforestació.

HUMAN CHANGES IN A *Pinus halepensis* FORESTS OF THE MALLORCAN COASTAL DUNES. Beach-dune systems are undoubtedly one of the most distinctive physiographic features of the Mallorcan coastline. Although these from some decades ago have been so strongly associated with socio-economic activity linked to the sun and beach tourism industry, its interaction with the man goes back centuries ago. A reason for the recent study of reforestation of Menorca dunes and applying a simple methodology for sampling that an important part of the dunes on the island are forests, which comprised mainly *Pinus halepensis* Mill., have a temporary home suspiciously Similarly, giving rise to the importance of thinking the hand of man could play in both aspect and configuration of your current reality plant, indicating trends of positive discrimination in terms of the presence of this species. This paper aims to show the modifications of the woods *P. halepensis* associated with some coastal dune systems in the island have suffered over the decades. To this end, representative samples analyzed for each of the systems, which from its analysis can draw some important considerations that show both the historical evolution of these environments.

Keywords: dune systems, *Pinus halepensis*, human pressure, reforestation, deforestation.

Miquel MIR-GUAL, Guillem X. PONS, José Á. MARTÍN-PIRETO, Antonio RODRÍGUEZ-PÉREA i Pere J. BRUNET, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Cra. de Valldemossa, km.7,5. Palma de Mallorca, 07122 (adreça contacte guillemx.pons@uib.es). Francesc X. ROIG-MUNAR; QU4TRE, consultoria ambiental. Es Carritxaret, 18-6 07749, Es Migjorn Gran, Menorca. Pere FRAGA ARGUIMBAU; Consell Insular de Menorca, Plaça de la Biosfera, 5, 07730, Menorca.

Recepció del manuscrit: 30-set-10; revisió acceptada: 15-des-10

Introducció

Els sistemes platja-duna són, sens dubte, un dels trets fisiogràfics més característics de les costes mallorquines. Tot i que aquests, des d'algunes dècades enrere s'hagin associat de manera ferma a l'activitat socioeconòmica lligada a la indústria turística de sol i platja, la seva interacció amb l'home es remunta segles enrere. Així, la pràctica d'activitats cinegètiques, o bé la seva explotació pel que fa als recursos forestals es daten, en alguns casos, des del s. XII (Barceló, 1997; 2004). D'altra banda, varis factors semblen indicar que l'activitat agrícola i ramadera també ha pogut esdevenir peça condicionant en el sí d'aquests ecosistemes, sobretot pel que fa la seva cobertura vegetal (Roig-Munar *et al.*, 2009).

De la revisió bibliogràfica analitzada se pot parlar de la recurrent i dilatada existència de processos de fixacions dunars arrel de polítiques i actuacions de forestació en aquests ambients (Valls, 1870; Artigas, 1887, 1889, 1890, 1896; De Castro, 1900a, 1900b; Codorniu, 1908; Tiismann, 1924; Whitehead, 1964; Ranwell i Boar, 1986; Gadgil i Ede, 1998; Tastet i Pontee, 1998; Hilton *et al.*, 2000; Lemauviel i Roze, 2000; Pausas *et al.*, 2004; Hilton, 2006; Mayol, 2006).

El treball recentment realitzat a Menorca per Roig-Munar *et al.* (2009), s'ha pogut comprovar, mitjançant l'aplicació de la mateixa metodologia de mostreig, que

una important part dels sistemes dunars a l'illa tenen masses forestals, formades bàsicament per *Pinus halepensis* Mill., que presenten un origen temporal sospitosament similar, donant peu a pensar amb la importància que la mà de l'home ha pogut jugar en tant a l'aspecte i configuració de la seva realitat vegetal actual, tot indicant tendències de discriminació positiva en quant a la presència d'aquesta espècie. Aquestes suposicions es veuen recolzades per situacions anàlogues detectades a bona part del territori nacional, i que estarien directament relacionades amb una política institucional destinada a l'estabilització dels sistemes dunars per limitar el seu avanç terra endins, i així impedir la seva interferència amb terres de cultiu, o fins i tot, que afectessin negativament zones habitades per persones (Ortuño, 1990). A més, estudis com el de Maestre-Gil *et al.* (2004) verifiquen, a través de les seves afirmacions, com inclús fins a la segon meitat del s. XX, el SE de la Península Ibèrica ha estat objecte de nombroses repoblacions de *P. halepensis* amb la finalitat de recuperar la cobertura arbòria vegetal perduda per la pràctica de distints usos i perturbacions.

L'evidència i claredat dels resultats obtinguts en el cas de Menorca han fet plantejar la possibilitat d'extrapolar el mateix tipus d'estudi a l'illa de Mallorca. Així, en aquest treball es presenten els resultats i es comparen amb les dades obtingudes de Menorca (Roig-Munar *et al.*

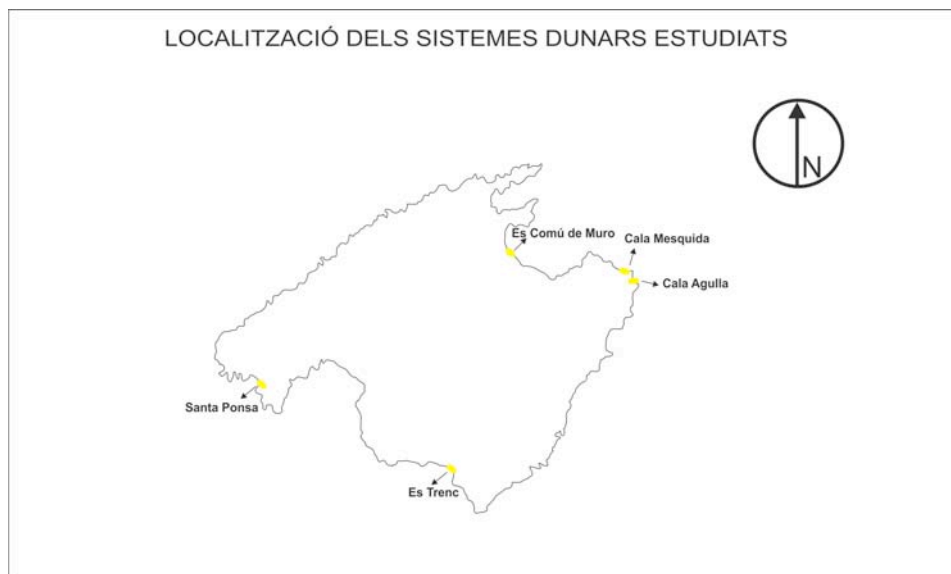


Fig. 1. Localització dels boscos de *P. halepensis* analitzats.

Fig. 1. Location of *P. halepensis* forests studied.

2009). Finalment, es conclou amb tot un seguit de mesures de gestió que, en un futur, puguin establir-se com a eines eficients en tant als patrons de conservació i preservació d'aquests sistemes, no tan sols aplicables als casos d'estudi, sinó també extrapolables a altres indrets a on, degudes les seves característiques biogeogràfiques, puguin seguir els mateixos patrons.

Àmbit d'estudi

Els processos urbanitzadors desenvolupats a l'illa de Mallorca han provocat al llarg de les dècades l'íntegra, o si més no parcial desaparició de molts sistemes dunars existents. A més a més, molts dels actuals sistemes es veuen avui sota una pressió antròpica que està afectant acceleradament la seva idiosincràsia originària. Aquest fet explica la dificultat que s'ha tengut a l'hora de seleccionar els sistemes platja-duna estudiats en el present

article, condicionant i limitant la capacitat d'elecció.

Partint d'aquesta premissa, el present estudi es basa en el sí de cinc sistemes platja-duna de Mallorca, i que amb un estat de conservació diferenciat, avui encara preserven trets de la seva estructura originària. No obstant, aquesta pauta no es va seguir en l'elecció d'un d'ells, el cas de Santa Ponsa, que avui, ha esdevingut en una relict zona de l'antic sistema dunar, es presenta com a parc municipal.

Els sistemes seleccionats s'estenen al llarg de tota la costa mallorquina, a excepció de la Serra de Tramuntana, degudes les seves característiques geoes estructurals. Així, la caracterització dels sistemes analitzats (Fig. 1) que es presenten segons Servera (1997) i Servera *et al.* (2007) són :

Es Comú de Muro: situat al quadrant nord-oriental de Mallorca, inserit en el sí de la badia d'Alcúdia. Actualment, el sistema s'organitza a partir de tres cordons diferents

disposats de manera paral·lela a la costa, amb formacions dunars holocèniques que integren una superfície aproximada als 1,3 km². Aquest es localitza sobre la restinga arenosa que tanca s'Albufera de Mallorca i la separa de la mar.

Cala Mesquida: es localitza a la costa est de Mallorca. A l'actualitat aquest conjunt de morfologies dunars s'estenen al llarg d'un front de costa arenosa de tan sols 325 m de llargària, constituint una entrada de cap a l'interior d'aproximadament 1,6 km², format per cordons arenosos paral·lels a la línia de costa, alimentats per vents predominants de component N.

Cala Agulla: actualment amb greus problemes de conservació, és localitza una mica al sud de l'anterior sistema, encara a la costa est de l'illa. Aquest sistema s'aproxima als 1,7 km², dels quals 0,53 km², es veuen ocupats per dunes holocenes. Aquests sistema s'organitza al llarg d'un front de platja d'aproximadament 600 m de llargària.

Es Trenc: localitzat a la costa sud de Mallorca, inserit en la badia de Campos. Aquest ocupa una superfície total aproximada als 9 km², dels quals 4,5 km² estan construïts per formes dunars holocèniques, que s'estenen de forma paral·lela al llarg d'una línia de costa arquejada d'uns 6 km de longitud. Aquest forma part de la restinga arenosa que separa la zona humida d'Es Salobrar de Campos de la mar.

Santa Ponça: aquest sistema és el menys identificable, deguda la seva total destrucció conseqüència del procés urbanitzador sofert al nucli turístic de Santa Ponsa. Localitzat al sudoest de l'illa, avui aquest esdevé una insignificant taca residual del sistema originari, abolit pel nucli urbà. Tot i això, es poden percebre encara les estructures holocèniques, fixades per *P. halepensis*.

No obstant, d'entre els sistemes analitzats cal remarcar es Comú de Muro. Aquest es tracta d'una propietat pública i que actualment depèn de l'Ajuntament de Muro. Alguns en són els antecedents recents que també ens poden ajudar a comprendre millor la situació actual de la seva massa boscosa. Al 1942 es Comú es va declarar d'utilitat pública. Uns anys més tard, al 1964, el Districte Forestal de les Illes Balears redacta un primer projecte d'ordenació per ser executat entre 1965 i 1975. Al llarg d'aquest decenni es preveia l'aprofitament de 450.000 m³ de productes forestals i 586.000 m³ de llenya.

En quant a les infraestructures i servituds, aquest mateix document fa referència a l'existència de 5 cases amb finalitat d'explotació salinera, i de 80 casetes d'estiueig desmuntables, d'explotació directa per part de l'Ajuntament (ses Casetes des Capellans), amb una superfície total de 5,10 ha. Finalment, al 1975, amb la revisió del projecte d'ordenació de 1964, es reitera la importància de fixar les dunes amb la sembra de massa forestal. A part, amb aquesta revisió la finca passa de tenir una funció productiva a recreativa. Per a tal fi es planifica la instal·lació de diverses infraestructures tals com zones recreatives, bar-restaurant, aparcaments, o senyalització entre d'altres (Brunet Estarellas, 1983; 1996).

A l'igual que l'estudi realitzat a Menorca (Roig Munar *et al.*, 2009), els sistemes dunars analitzats de Mallorca mantenen, com a fet identificatiu, masses forestals considerables i fàcilment identificables formades, en el seu estrat arbori, per *Pinus halepensis* Mill. Aquestes masses forestals es localitzen a la part interior del sistema, fixant les dunes holocenes semiestabilitzades i també aquells sectors de dunes estabilitzades.



Fig. 2. Massa forestal al sector nord del sistema d'es Comú de Muro. Canvi de superfície entre 1956 (adalt) i 2008 (abaix).

Fig. 2. Woodland of the northern part of es Comu de Muro system. Surface changes between 1956 (above) and 2008 (below).

No obstant, i com bé s'ha pogut observar, alguns patrons de forestació suggereixen comportaments heterogenis, que bé per factors naturals o bé per causes antròpiques, avui dibuixen escenaris dignes de comentar (Fig. 2).

D'altra banda, un fet que identifica per igual els sistemes dunars analitzats n'és la seva alteració conseqüència de l'activitat socioeconòmica. La majoria dels sistemes, tot i avui encara mantenir-ne trets de la seva fisonomia originària, pateixen problemes de preservació i conservació greus, manifestats per patrons de fragmentació i erosió elevats. La màxima expressió es pot trobar al cas de Santa Ponça, que degut al creixement anàrquic i sense planificació del seu nucli urbà, ha acabat quasi per complet amb l'estructura dunar originària.

Material i mètodes

El present estudi tracta de revisar la forestació de distints sistemes dunars aplicant la metodologia proposada per Roig-Munar *et al.* (2009). Així, de la revisió dels sistemes dunars existents a l'illa de Mallorca, junt amb la informació que disposa Servera (1997), s'han seleccionat 5 sistemes dunars que, per les seves actuals característiques, presenten indicis d'actuacions de fixació del sistema dunar a través de la sembra de *P. halepensis*. Endemés, i com es comenta a Roig-Munar *et al.* (2009), hi ha varis motius que suggereixen aquests processos de forestació:

- Hi ha evidències clares que no és una espècie habitual en la vegetació dels sistemes dunars dinàmics (Bolòs, 1967).

- El seu creixement ràpid i el seu comportament pioner la fan una espècie adequada per establitzar ambients alterats

(Ortuño, 1990; Pastor-López i Martín-Martín, 1993).

- La producció ex situ a partir de llavors és relativament fàcil (Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Maestre i Cortina, 2004)

- El procés d'adaptació del lloc de cultiu, al definitiu és també senzill i amb pocs problemes (Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Maestre i Cortina, 2004)

- Es té constància del seu ús per a forestacions en diferents fonts bibliogràfiques tant en tot l'àmbit de la regió mediterrània (Quézel i Médail, 2003), com especialment a l'estat espanyol (Escarré *et al.*, 1989; Ortuño, 1990; Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Olivera *et al.*, 2003; Quézel i Médail, 2003).

Amb l'objectiu de poder fer una discussió comparativa dels resultats obtinguts a Menorca i Mallorca, es segueix la metodologia aplicada al cas de Menorca, no tan sols pel que fa als criteris seguits a l'hora de seleccionar els punts de mostreig, sinó també el treball *in situ* al camp. Així, s'han pres mostres representatives de 30 individus en cada un dels casos, els quals són mesurats mètricament a una altura aproximada als 130 cm des de la superfície. Posteriorment, la circumferència mesurada es reconverteix al diàmetre de cada un dels individus mostrejats (Taula 1). La selecció de les mostres ha estat aleatòria, no obstant sempre intentant assumir la major superfície possible arreu del sistema, tot per obtenir també una informació espacial representativa.

Només en un cas concret, Es Comú de Muro, s'ha fet una lleugera variació en la recollida de dades de camp a causa de l'evidència d'haver-hi dos grups diferents d'individus pel que fa a la seva mida i estat de desenvolupament. L'evident diferència entre la potència arbòria que es mostra en

aquest sistema ha determinat que la recollida de dades al camp discriminés entre els individus *vells* i *joves*, que amb unes altures i diàmetres fàcilment diferenciables, projecten clares evidències en quant al seu estat de desenvolupament. A més, i atenent al que postula Barceló (1997; 2004) es tenien proves fermes de les actuacions humanes i incendis que han provocat l'actual distribució.

A part dels mostrejos, les apreciacions i observacions al camp també han tengut cabuda dins l'estructura metodològica del present estudi. Al ser aquests espais altament freqüentats, molts d'ells amb una activitat antròpica considerable, han dut a considerar també actuacions antròpiques que afectessin a la morfologia dunar i la seva coberta vegetal.

Resultats

D'acord amb els criteris de selecció definits per Roig Munar *et al.* (2009), cinc

sistemes dunars de Mallorca han reunit les característiques adients per ser estudiats i fer la corresponent recollida de dades (Taula 1). Es percep amb facilitat com la tendència mostrada es situa en diàmetres mitjans que oscil·len entre els 20 i 40 cm, només a excepció del cas de Santa Ponça, on aquesta augmenta considerablement. D'altra banda, el cas d'es Comú de Muro, característic també per la seva condició d'espai comunal, suscita diferències apreciables, podent-se distingir dos grups d'edats notablement diferenciats (Fig. 3). Tot i no ser un gran nombre els sistemes analitzats, n'és difícil extreure associacions representatives entre ells. Les oscil·lacions entre les tendències seguides en són distintes, només a excepció del que ocorre al cas de Cala Mesquida (32,51 cm) i Cala Agulla (30,18 cm), amb valors representativament semblants. Aquests són els dos sistemes amb una proximitat geogràfica més acusada, a manco de 3 km de distància.

Mereixen de consideració especial els casos d'Es Comú de Muro per una banda, i

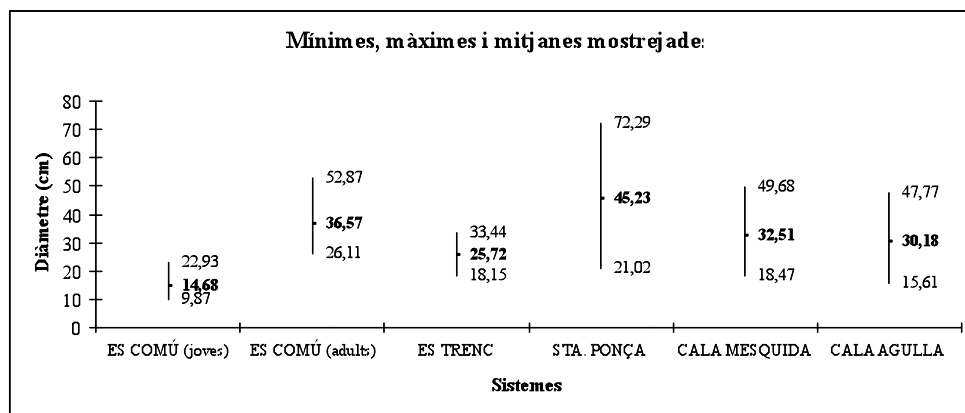


Fig. 3. Representació gràfica dels diàmetres mitjans, màxims i mínims dels individus de *P. halepensis* mostrejats per a cada un dels sistemes dunars.

Fig. 3. Graphic representation of mean, maximum and minimum diameters of the individuals of *P. halepensis* sampled for each of the dune systems.

Nº individus	Es Comú de Muro		Es Trenc	Sta. Ponça	Cala Mesquida	Cala Agulla
	<i>Pinus halepensis</i>					
	Diàmetre joves (cm)	Diàmetre adults (cm)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (cm)
1	13,38	31,85	24,52	57,32	39,49	34,08
2	22,93	26,11	22,93	49,68	34,08	39,17
3	17,20	27,39	22,93	30,89	29,62	35,67
4	22,29	35,67	30,57	41,40	39,49	35,03
5	18,47	38,54	18,15	39,81	36,94	29,94
6	13,69	27,07	20,06	44,59	31,53	20,70
7	14,01	30,57	25,80	53,50	28,66	29,30
8	17,20	32,80	27,07	23,25	39,49	33,76
9	17,52	38,54	24,52	31,85	20,70	25,16
10	16,88	44,59	24,84	48,41	31,53	31,85
11	14,01	31,21	33,44	41,40	23,25	35,03
12	21,97	34,71	20,70	40,13	31,85	27,39
13	19,11	31,85	29,30	63,69	28,66	27,07
14	9,87	43,63	24,20	44,59	25,48	47,77
15	11,78	29,94	29,30	39,81	29,94	35,03
16	12,10	36,62	25,80	21,02	18,47	39,49
17	15,29	35,67	22,93	36,31	32,48	25,16
18	12,42	38,22	27,07	65,92	29,62	42,04
19	16,56	46,18	30,57	56,69	32,48	35,03
20	11,46	46,82	30,57	28,03	21,34	27,07
21	11,15	40,13	27,39	61,15	30,57	21,66
22	11,15	35,67	28,03	72,29	29,30	23,57
23	11,78	33,44	26,75	40,45	47,13	26,43
24	13,38	36,62	25,80	63,06	34,39	15,61
25	10,51	38,85	29,30	68,79	44,27	23,25
26	13,38	44,59	23,57	28,03	24,84	27,07
27	14,01	33,12	20,70	35,99	40,45	31,53
28	12,10	34,08	22,61	50,96	36,31	28,66
29	10,51	39,81	25,16	32,80	33,12	18,47
30	14,33	52,87	27,07	45,22	49,68	33,44
Mitjana	14,68	36,57	25,72	45,23	32,51	30,18

Taula 1. Diàmetres de cada un dels individus mostrejats al llarg dels boscos de *P. halepensis* associats als sistemes dunars litorals estudiats.

Table 1. Diameter of each of the individuals sampled in the forests of *P. halepensis* associated with dune systems studied.



Fig. 4. El sistema d'es Comú mostra una clara diferenciació entre el seu estrat arbori. En la present fotografia s'aprecia clarament la diferència existent entre els dos grups de *P. halepensis* al llarg del cordó de dunes establitzades degut a un incendi.

Fig. 4. The system of Es Comú de Muro shows a clear differentiation between its tree stratum. In the upper picture it is clearly differentiate two groups of *P. halepensis* along the fixed dune strip due to a fire.

Santa Ponça per l'altra. En el cas d'es Comú cap fer esment a les consideracions que fa Barceló (1997; 2004) i incendis forestals, el darrer el 1985. El topònim que dóna nom al sistema dunar que ens ocupa incita a imaginar la realitat social i econòmica que imperà en aquestes contrades al llarg de molts anys. El que avui es coneix com un sistema dunar "verge" i protegit sota la figura de parc natural, esdevingué durant alguns segles, concretament des del s XIII, com a punt estratègic d'activitat social, i sobretot, econòmica. D'aquí la seva denominació actual, responent en qualsevol cas a l'estat comunal al que, en un període llarg de temps, aquestes terres es veren sotmeses. Les terres comunals constituïen una font essencial de recursos naturals per a les economies pageses, atès que subministraven llenya, fusta, pastures, caça, i en el

cas que ens ocupa també, pesca, tot esdevenint font de queviures per a les famílies residents a les viles adjacents. L'economia agrària, tot i sustentar-se de l'explotació de terres mitjançant unitats familiars, també s'articulava a través de les extraccions en espais comunals, determinant alhora un alt grau de cohesió social. Els casos de Muro i Santa Margalida no foren excepcions, ja que les terres comunals – conegudes com les comunes del Braç – es trobaven fortament arrelades a l'economia agrària d'ambdues viles.

El resultat de les explotacions forestals a la zona d'es Comú encara romanen presents avui. L'aprofitament forestal al llarg de segles, les tales abusives i continuades, els incendis forestals i la manca de control han fet que actualment es distingeixin dos estrats arboris clarament diferenciats (Fig. 4). A més, i tal com demostra la Fig. 2, de l'anàlisi sobre fotogrames aeris se'n deriva que aquesta activitat forestal es va practicar fins ben entrat el segle XX. No obstant, la situació derivada a la zona després de l'inici de l'activitat turística no s'ha potenciat, en cap moment, la recuperació ecològica de la zona. Des dels primers assentaments urbano-turístics al llarg de la costa a la badia d'Alcúdia, es Comú ha esdevingut una zona altament freqüentada, habilitada fins a finals dels anys 90 com a zona de picnic i càmping.

El cas de Santa Ponça suscita més dubtes a l'hora de ser valorat, no tan sols per la seva evolució, sinó també en quant a la manca d'informació amb una perspectiva històrica. Si bé l'entorn del sistema dunar ha canviat notablement des de la meitat del segle XX fins a l'actualitat, la superfície ocupada pel bosc de *Pinus halepensis* es manté gairebé homogènia (Fig. 5). Tot i que la superfície actual es correspongui amb l'existent al 1956, l'anàlisi d'aquest

fotograma ens convida a pensar en la desforestació causada per les terres agrícoles posteriors, tot amb l'objectiu de guanyar terreny de conreu, deixant la massa boscosa actual a fi d'evitar l'avanç del camp dunar de cap a l'interior, i no interferir l'activitat agrícola desenvolupada a la zona. De ser així, les modificacions en la massa boscosa actual han d'haver estat inexistents des de temps enrere, deixant per tant via lliure al creixement arbori. Partint d'aquesta reflexió pot ser s'expliquin les xifres enregistrades en aquest sistema, avui dia convertit en un parc municipal, totalment limitat per infraestructures urbanes (Fig. 6).

Pel que fa als altres sistemes dunars, Es Trenc tampoc suscita canvis importants en tant a la massa boscosa entre el 1956 i l'actual (Fig. 7). No obstant, de l'anàlisi de fotogrames aeris en aquest cas se'n deriva, clarament, la desforestació provocada a la part més interior del sistema, tot per guanyar superfície de conreu. Ja al 1956 es veuen, tal i com identifica Servera *et al.* (2007), les siluetes de les dunes holocenes dibuixades dins les parcel·les agrícoles, indicant el canvi d'ús que aquestes terres havien sofert al llarg del temps. D'altra banda, les activitats extractives també van suposar al llarg de la segona meitat del s. XX importants desforestacions de *P. halepensis*. Tot i estar identificades, segons el PDS, 17 pedreres al llarg de l'espai, l'exemple més representatiu queda manifestat pel que es coneix com es Clot de s'Arena, localitzat al centre del sistema dunar consolidat (Fig. 7). Aquest fou l'exemple paradigmàtic d'extraccions d'àrids a Es Trenc al llarg del segle passat, suposant aquesta activitat una abolició considerable de la massa forestal existent. No obstant, segons fonts orals (com. pers. J. C. Salom) i com es pot apreciar a la Fig. 8, de cap a finals de segle es van dur a terme

tasques de reforestació en aquestes zones degradades a fi de recuperar la seva qualitat paisatgística originària.

A més, el final d'aquesta activitat ha permès una lleugera recuperació ecològica espontània.



Fig. 5. Avui dia, el bosc de *P. halepensis* al sistema platja-duna de Santa Ponça esdevé un parc municipal de primer ordre dins el nucli. Aquest, adaptat a les pretensions dels usuaris de la platja, està envoltat d'estructures rígides que el fixen completament en la seva localització.

Fig. 5. Nowadays the forest of *P. halepensis* in the dune system of Santa Ponsa is an important urban park for the city. This one, adapted to the beach user interests, is surrounded by rigid infrastructures which fix its location and dynamics.



Fig. 6. La superfície del sistema dunar consolidat en el cas de Santa Ponça no ha canviat substancialment des de 1956 (adalt) fins a l'actualitat (imatge de sota de l'any 2008).

Fig. 6. The consolidated dunes surface in Santa Ponça has not substantially changed from 1956 (above) to 2008 (below).

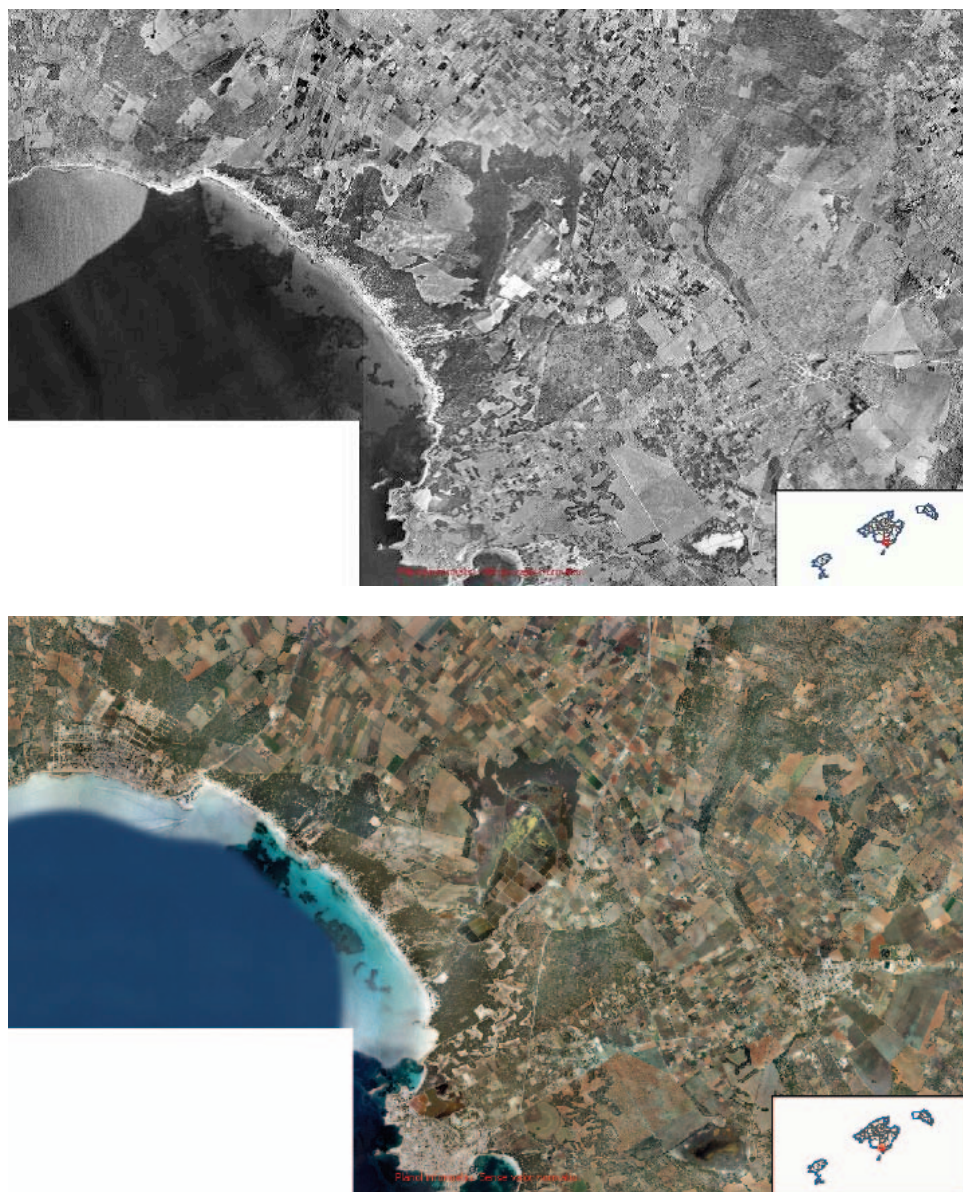


Fig. 7. La superfície del sistema dunar consolidat d'Es Trenc no ha canviat substancialment des de 1956 fins a l'actualitat (imatges de sota de l'any 2008). No obstant, les activitats extractives primer, i la turística després han suposat impactes representatius en quant a la massa forestal de *P. halepensis*.
Fig. 7. The consolidated dunes surface in es Trenc has not substantially changed from 1956 (above) to 2008 (below). Nevertheless, extractive activity firstly, and tourism after, have supposed an important impacts respect to *P. halepensis* forest mass.



Fig. 8. Les deforestacions conseqüència de la mà de l'home van ser notables a la segona meitat del segle XX a Es Trenc, a més de les activitats extractives d'àrids.

Fig. 8. Deforestations and extractive activity carried out by human in Es Trenc were very important at the second half of 20th century.

Finalment, els casos de Cala Agulla (30,18 cm) i Cala Mesquida (32,51 cm), amb unes mitjanes notablement semblants (Fig. 3). Ja es comentava amb anterioritat de la seva proximitat geogràfica, i per tant, de la possible importància que aquest factor pugui tenir en quant a l'edat dels individus mostrejats.

El cas de Cala Agulla torna a ser un clar

exemple de la modificació de la massa forestal en tant a la roturació de les terres agrícoles. Com en el cas d'Es Trenc o Santa Ponça, les modificacions de les superfícies boscoses responen amb exclusivitat a les pretensions de l'activitat primària. La parcel·lació posterior, amb polígons lineals perfectes, donen clares evidències del que volem postular.



Fig. 9. Cala Mesquida i Cala Agulla, situades ambdues a l'est de l'illa, a la península de Llevant.

Fig. 9. Location of Cala Mesquida and Cala Agulla, in the peninsula of Llevant.

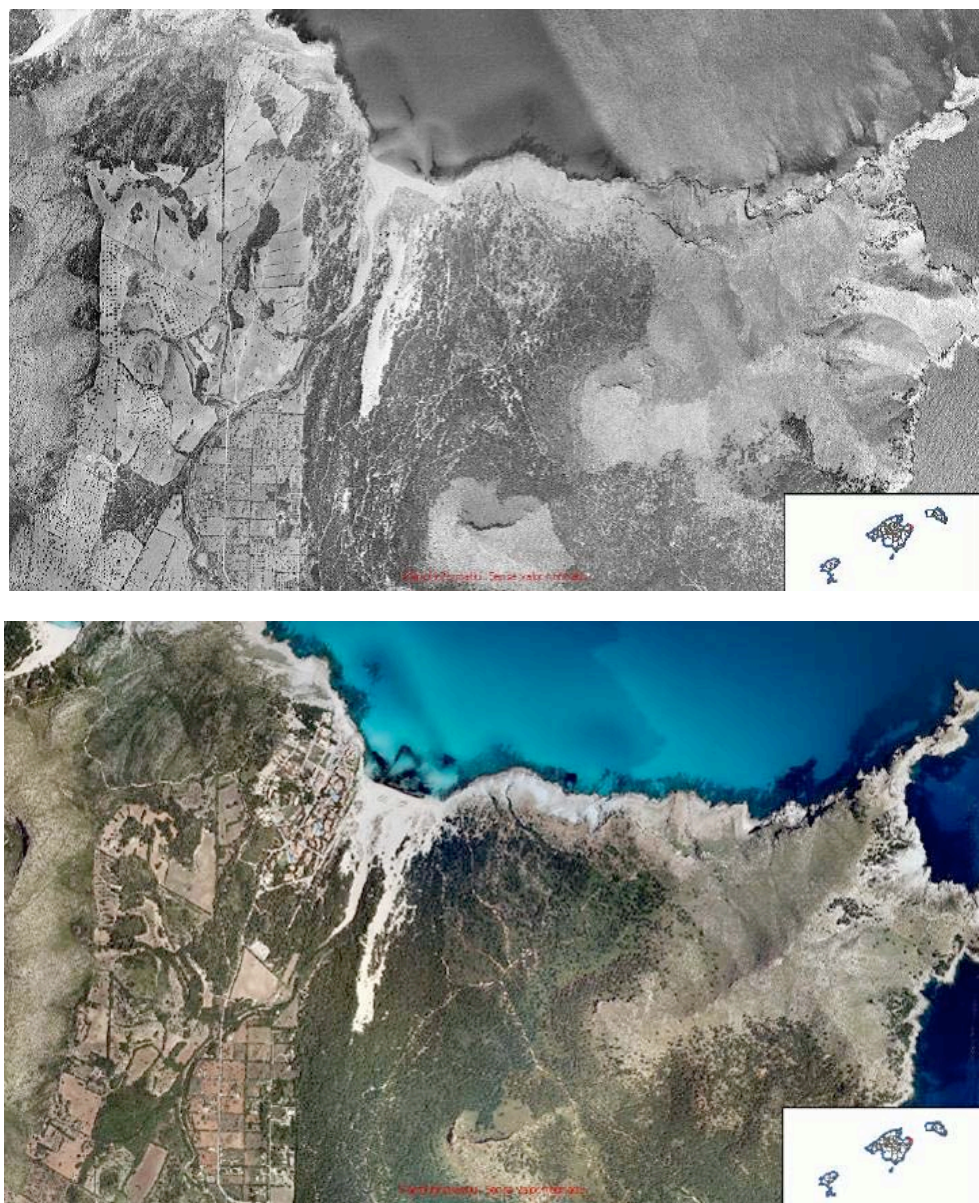


Fig. 10. A Cala Mesquida la massa forestal actual és més densa que l'existent al fotograma de 1956 (adalt) (imatge de sota de l'any 2008). Es veuen clars signes de creixement forestal a la part central de la duna transversal existent, principal via d'avanç del sistema de cap a l'interior.

Fig. 10. The current situation of Cala Mesquida forest mass is denser than the existent one in 1956 (above) to 2008 (below). It is seen clear signs of forest mass growth at the central part of the transverse dune existing, which suppose the main advance channel for the system.

El cas de Cala Mesquida es presenta amb unes condicions distintes. La seva morfologia dunar, amb dunes transversals de magnituds considerables, ha fet que l'avanç del sistema de cap a l'interior hagi suposat greus problemes de colmatació sedimentària, afectant així les terres agrícoles disposades en la seva part posterior. D'aquesta situació, i de la comparació entre la massa forestal presentada al 1956 i la que es troba actualment, es conclou que hi ha hagut forestació artificial per part de l'home, tot per reduir d'avanç de la duna transversal. Tal i com es veu a la Fig. 10, la densitat forestal presentada al 1956 és substancialment inferior a l'actual. Un exemple clar es deixa veure just al centre del canal de deflació, a on, als anys 50 no aperexien pocs individus de *P. halepensis*, i a l'actualitat hi és present una massa més densa. Si bé és cert que als anys 50 la primera línia dunar es trobava fixada per vegetació psammòfila de caràcter herbaci, avui aquesta és molt fragmentada, conseqüència de la sobrefreqüentació que rep la platja, sobretot en temporada alta estival.

La situació menorquina vers la mallorquina

Un primer aspecte a destacar, sobretot si ho comparem amb el cas de Menorca, n'és l'escàs nombre de sistemes dunars que, ateses les característiques i la metodologia postulada, han permès la recollida de dades. No obstant, i com manifesta Servera (1997), aquest fet es pot atribuir a l'estat de degradació que presenten avui molts d'aquests espais, conseqüència dels processos d'urbanització.

A diferència dels resultats obtinguts a Menorca (Roig Munar *et al.*, 2009), a Mallorca s'observa que els diàmetres presenten una major dispersió de mides (Fig. 11). Així, si a Menorca, a la majoria de sistemes dunars aquestes se situaven entre 36 i 34 cm de mitjana, en aquest cas es pot veure com la part baixa de l'interval presenta, de manera general, valors significativament menors. Aquesta dada pot tenir certa rellevància ja que podria ser un indicador de què a Mallorca les actuacions de plantació o de discriminació positiva de *P. halepensis* s'han perllongat més en el temps. Altres explicacions, com ara una resposta diferent de l'espècie en funció de les localitats o una diferent evolució dels individus dins cada sistema, semblen menys probables atès que aquesta amplitud de mides es manifesta en pràcticament tots els sistemes estudiats.

No obstant, a nivell de modificacions antròpiques, n'és difícil atribuir, al cas de Mallorca, accions de forestació en aquests ambients, degut a que no es tenen evidències empíriques. Si bé és cert però, que de la comparació de fotografies aèries se'n deriva que aquestes pràctiques també han estat dutes a terme, com bé reflecteixen les clapes que des del 1956 s'han anat vegetant a una velocitat important.

No obstant podem concloure que en ambdues illes els processos modificadors sobre els boscos de *P. halepensis* litorals han estat presents. En el cas de Mallorca, més que de forestació podríem parlar d'alteració o desforestació conseqüència de les pretensions agrícoles.

En cada un dels casos, a excepció d'es Comú de Muro (amb la zona humida al darrera), es veu clarament com la parcel·lació agrícola va afectar de ple l'estat originari de les masses boscoses litorals. Endemés, en alguns dels casos, i posant Es Trenc com a paradigma, les traces de les dunes holocenes

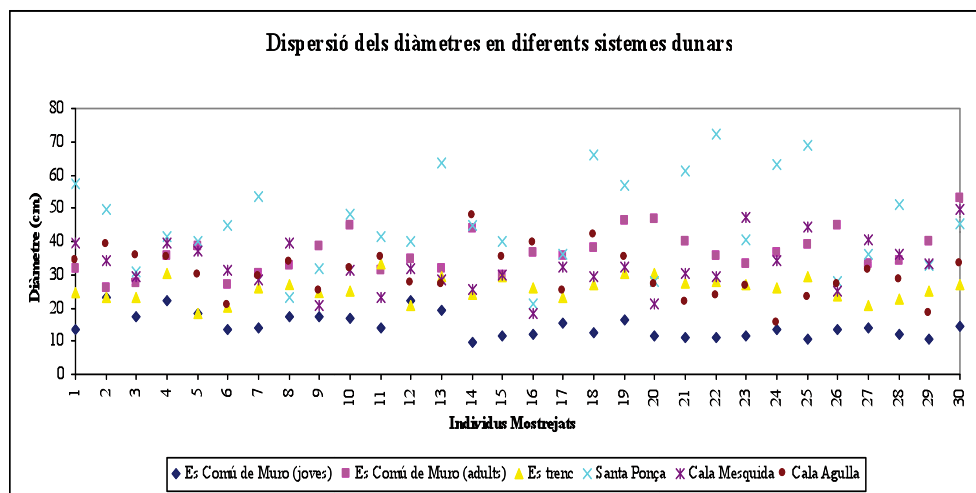


Fig. 11. La malla de punt presentada pels mostrejos fets al camp reflecteix una dispersió notable, sobretot acusada per casos com el de Santa Ponça o bé els individus més joves d'es Comú.

Fig. 11. The points framework shown by the samples in the field reflect an important dispersion, mainly in the cases of Santa Ponsa or with the young pines of Es Comú de Muro.

als camps de cultius són encara avui una clara evidència.

Un altre fet indicador, tal com es pot apreciar a les fotografies aèries anteriors, són els límits, lineals i perfectes, que posen frontera entre els boscos de *P. halepensis* i els nuclis urbans o terres de cultius, manifestant obertament la intervenció de l'home.

D'altra banda, a part de l'activitat agrícola, les activitats extractives i de subsistència també han tengut a veure amb el devenir d'aquests ambients. El cas d'es Comú és un perfecte exemple d'explotació forestal, ja que atesa la seva condició d'espai comunal al llarg de segles, els seus recursos van ser notablement explotats. Un altre cas en seria el sistema d'es Trenc, bé a través d'explotació forestal, o bé conseqüència de la necessària desforestació per dur a terme l'activitat extractiva d'àrids (un clar exemple és el que es coneix com es Clot de s'Arena).

A més a més de les causes antròpiques directes, d'altres com els incendis han de tenir cabuda en tant a la modificació d'aquests ambients.

Queda reflectida la importància que la mà de l'home ha tengut en tant aquests ambients. Si bé en el cas de Menorca hi ha clares evidències de forestacions, en el cas de Mallorca aquestes passen per les modificacions de les masses forestals conseqüència de l'activitat agrícola, així com dels processos urbanitzadors al llarg de la costa.

En qualsevol cas, aquestes dades també podrien indicar que hi ha diferències significatives entre les masses forestals dels sistemes dunars de Mallorca i Menorca. Mentre que a la primera illa ens trobaríem amb unes masses forestals dinàmiques i amb possibles processos de renovació, a Menorca la recollida de dades i els resultats estaria indicant que les masses forestals es troben estabilitzades o amb

processos de renovació poc evidents o de baixa intensitat. Hi podria haver varies explicacions per aquestes diferents situacions a les dues illes. Per una banda hi podria tenir molt a veure l'acció antròpica, açò és que en el cas de Mallorca les possibles actuacions per afavorir la presència de *P. halepensis* s'haguessin perllongat més en el temps, en canvi a Menorca hauria tingut menys durada. Tampoc no es poden descartar factors naturals. Alguns autors (Osem et al., 2009) han conclòs en els seus estudis, que la regeneració natural de formacions homogènies de *P. halepensis* és més possible amb règims pluviomètrics situats entre 400-500 mm anuals, mentre que per damunt de 500 mm es produeix una transició cap a la regeneració de formacions més heterogènies. Considerant el diferent règim de pluges que presenten, de manera general les dues illes, i en el cas de Mallorca especialment les localitats situades més a la part meridional, els resultats obtinguts podrien estar mostrant, que en absència d'una alteració continuada, a Menorca les formacions de *P. halepensis* anirien cap a una estabilització o decadència, en canvi a Mallorca, al menys en algunes localitats, podrien autoregenerar-se. De totes maneres, serien necessaris estudis més exhaustius i complexs, que prenguessin també en consideració altres factors per demostrar aquests processos, però que sense cap dubte serien d'interès.

Conclusions i recomanacions

Considerant els resultats dels dos treballs, és possible establir algunes conclusions enfocades cap a la gestió d'aquests sistemes a llarg termini, i/o dels sistemes dunars que presentin característiques semblants en les masses

forestals de *P. halepensis*, podent ser d'aplicació més general davant possibles situacions futures:

- Donada l'evidència de que les plantacions forestals monoespècífiques tenen efectes negatius a diferents nivells (Cannell, 1999), i més concretament en el cas de *P. halepensis* (Navarro Cano et al., 2010), és recomanable evitar aquesta pràctica en els sistemes dunars i planificar una gestió encaminada a la seva diversificació.
- Amb l'objectiu de minimitzar l'impacte negatiu de les masses forestals de *P. halepensis* sobre la biodiversitat del sistema dunar, poden ser necessàries actuacions de gestió per limitar-ne la regeneració, especialment en aquelles localitats on aquesta es pugui produir de manera natural.
- En casos concrets pot ser necessari el control d'altres factors limitants (Boyes et al., 2010), tot per afavorir la transició cap a comunitats vegetals típiques dels sistemes dunars amb una major diversitat d'espècies vegetals.

Bibliografia

- Artigas, P. 1887. Las dunas de Torroella de Mongrí. *Revista de Montes*, (257): 489-491.
- Artigas, P. 1889. Dunas procedentes del Golfo de Roses. *Revista de Montes*, 300: 329-331.
- Artigas, P. 1890. *Selvicultura o cría y cultivo de los montes*. Imprenta de Moreno y Rojas. Madrid.
- Artigas, P. 1896. Las dunas del golfo de Rosas. *Revista de Montes*, 20: 536-541, 9-15.
- Baeza, M.J., Pastor, A., Martín, J., Ibáñez, M. 1991. Mortalidad post-implantación en repoblaciones de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Ceratonia siliqua* y *Tetraclinis articulata* en la provincia de Alicante. *Studia Oecologica*, 8: 139-146.
- Barceló, G. 1997. Béns comunals i conflictes antisenyorials: les comunes de Muro i Santa

- Margalida (ss. XVI-XVIII). *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 53 (581): 97-116.
- Barceló, G. 2004. Conflictivitat entorn de l'aprofitament comunal durant el segle XIX. L'enfrontament entre Muro i Santa Margalida. *I Jornades d'Estudis Locals a Muro*, Ajuntament de Muro: 269-287.
- Bolòs, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 38: 3-280.
- Boyes, L.J., Griffiths, M.E., Manson, A.D. i Lawes, M.J. 2010. Soil nutrients are not responsible for arrested succession in disturbed coastal dune forest. *Plant Ecology*, 208: 293-305.
- Brunet, P.J. 1983. El bosque en Mallorca como espacio del ocio. *VIII Coloquio de Geógrafos Españoles*, A.G.E.
- Brunet, P.J. 1996. Els bens comunals de les Illes Balears en el segle XIX. In: Busqueta, J.J. i Vicedo, E. (Edit.). *Bens comunals als Països Catalans i a l'Europa contemporània*. Institut d'Estudis Iler-dencs.
- Cannell, M.G.R. 1999. Environmental impacts of forest monocultures: water, use, acidification, wildlife conservation, and carbon storage. *New Forests*, 17: 239-262.
- Codorniu, R. 1908. Las dunas de Guardamar. *Revista de Montes*, 754: 445-451.
- De Castro, A.F. 1900b. Repoblación de dunas. *Revista de Montes*, 565: 395-400.
- De Castro, A.F. 1900a. Repoblación de dunas. *Revista de Montes*, 559, 561: 225-232, 281-285.
- Decret 61/1999, de 28 de maig, d'aprovació definitiva de la revisió del Pla director sectorial de Pedreres de les Illes Balears (BOCAIB, nº 73 ext.)
- Escarre, A., Martín, J. i Seva, E. 1989. *Estudio sobre el medio y la biocenosis en los arenales de la provincia de Alicante*. Diputación Provincial de Alicante.
- Gadgil, R.L. i Ede, F.J. 1998. Application of scientific principles to sand dune stabilization in New Zealand: past progress and future needs. *Land Degradation & Development*, 9: 131-142.
- Hilton, M.J. 2006. The loss of New Zealand's active dunes and the spread of marram grass (*Ammophila arenaria*). *New Zealand Geographer*, 62: 105-120.
- Hilton, M.J., Macauley, U. i Henderson, R. 2000. *Inventory of New Zealand's active dunelands*. Science for Conservation, 157. Department of Conservation. Wellington.
- Lemaufiel, S. i Roze, F. 2000. Ecological study of pine forest clearings along the French Atlantic sand dunes: Perspectives of restoration. *Acta Oecologica*, 21: 179-192.
- Maestre, F.T. i Cortina, J. 2004. Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas?, *Forest Ecology and Management*, 198: 303-317.
- Maestre Gil, F.T., Cortina Segarra, J. i Gil Polo, F. 2004. Repoblaciones de *Pinus halepensis* y restauración de ecosistemas en medio semiárido. *Cuad. Soc. Esp. For.*, 17:181-186.
- Mayol, J. 2006. Un gran projecte de postguerra: La repoblació forestal de les dunes de Formentera. *Eivissa*, 44-45: 9-16.
- Navarro Cano, J.A., Barberá, G.G. i Castillo, V.M. 2010. Pine litter from afforestations hinders the establishment of endemic plants in semiarid scrubby habitats of Natura 2000 network. *Restoration Ecology*, 18: 165-169.
- Oliveras, I., Martínez-Vilalta, J., Jiménez-Ortiz, T., Lledó, M.J., Escarre, A. i Piñol, J. 2003. Hydraulic properties of *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* and *Tetraclinis articulata* in a dune ecosystem of Eastern Spain. *Plant Ecology*, 169: 131-141.
- Ortuño, F. 1990. El plan para la repoblación forestal de España del año 1939. Análisis y comentarios. *Ecología*, Fuera de Serie 1: 373-392.
- Osem, Y., Zangy, E., Bney-Moshe, E., Moshe, Y., Karni, N. i Nisan, Y. 2009. The potential of transforming simple structured pine plantations into mixed Mediterranean forests through natural regeneration along a rainfall gradient. *Forest Ecology and Management*, 259: 14-23.
- Pastor-López, A. i Martín-Martín, J. 1993. Los bosques protectores de *Pinus halepensis* en la provincia de Alicante. Características de

- un proceso de revegetación. *Mediterránea Series de Estudios Biológicos*, 14: 57-58.
- Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Alloza, J.A., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J. i Vallejo, R. 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for and old practice – a review. *Plant Ecology*, 171: 209-220.
- Quézel, P. i Médail, F. 2003. *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier. Paris.
- Ranwell, D.S. i Boar, R. 1986. *Coast dune management guide*. Institute of Terrestrial Ecology. University of East Anglia. Norwich.
- Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.A., Pons, G.X. i Rodríguez Perea, A. 2009. Fixació i estabilització de sistemes dunars a les Illes Balears per processos de forestació: el cas de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 129-140.
- Servera, J. 1997. Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears. Departament de Ciències de la Terra. Palma de Mallorca, Universitat de les Illes Balears. Tesi Doctoral: 904.
- Servera, J., Rodríguez-Perea, A. i Martín-Prieto, J.A. 2007. El sistema playa-duna de Es Trenc (Bahía de Campos). In: Fornós, J.J., Ginés, J. i Gómez-Pujol, L. (edits.). *Geomorfología Litoral. Migjorn y Llevant de Mallorca*. Palma de Mallorca, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 105-118.
- Tastet, J.-P. i Pontee, N.I. 1998. Morphochronology of coastal dunes in Médoc. A new interpretation of Holocene dunes in Southwestern France. *Geomorphology*, 25: 93-109.
- Tiismann, B. 1924. Coastal dunes of Hiiusaare, their stabilisation and forestation. *Tartu Ülikooli Metsaosakonna Toimetised*, 1: 1-95.
- Valls, A. 1870. Las dunas de la ciudad de San Sebastián, su repoblación y su cultivo. *Revista de Montes*, 3: 89-94.
- Whitehead, P.S. 1964. Sand dune reclamation in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry*, 9: 146-153.

Presència de la donzella, *Coris julis* (Linnaeus, 1758), amb lliurea atlàntica (Osteichthyes: Labridae) a les Illes Balears (Mediterrània occidental)

Sergi MARTINO i Antoni M. GRAU

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Martino, S. i Grau, A.M. 2010. Presència de la donzella, *Coris julis* (Linnaeus, 1758), amb lliurea atlàntica (Osteichthyes: Labridae) a les Illes Balears (Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 153-160. ISSN 0212-260X. Palma (Mallorca).

Es dona a conèixer la presència de mascles de *Coris julis* amb lliurea atlàntica a aigües de les Illes Balears, a partir de tres exemplars capturats a Mallorca i tres més a Eivissa. S'adjunten les característiques morfològiques i merístiques dels exemplars. També es comenta l'aparent expansió de l'àrea de distribució d'aquesta varietat i es plantegen les hipòtesis que podrien explicar aquest fenomen.

Paraules clau: *Coris julis*, lliurea atlàntica, meridionalització, Illes Balears.

OCCURRENCE OF RAINBOW WRASSE, *CORIS JULIS* (LINNAEUS, 1758), WITH ATLANTIC COLORATION (OSTEICHTHYES: LABRIDAE) IN BALEARIC ISLANDS (WESTERN MEDITERRANEAN). Occurrence of rainbow wrasse males, *Coris julis*, with Atlantic coloration at the Balearic islands is presented, on the basis of material collected from Mallorca and Ibiza islands. Morphological and meristic characters of six specimens are presented. Also, the apparent spread of its distribution range is commented and several hypothesis that could explain this phenomena are discussed.

Key words: *Coris julis*, Atlantic coloration, meridionalization, Balearic islands.

Sergi MARTINO, Servei de Caça. Consell de Mallorca. Palma, Illes Balears, Spain; Antoni Maria GRAU. Direcció General de Pesca. Govern de les Illes Balears. Carrer Foners, 10. 07006-Palma, Illes Balears, Spain; i Societat d'Història Natural de Balears. Carrer de Margarida Xirgu, 16 baixos. 07011-Palma, Illes Balears. e-mail: agrau@dgpesca.caib.es

Recepció del manuscrit: 30-nov-10; revisió acceptada: 30-des-10

Introducció

La donzella, *Coris julis* (Linnaeus, 1758), és una espècie atlanto-mediterrània de distribució àmplia, abastant la Mediterrània, la mar Negra i l'Atlàntic oriental des d'Escandinàvia fins, almenys, les illes Canàries, Açores i Madeira; la seva presència més al sud, fins al Gabon està en revisió atesa la validació de l'espècie *Coris atlantica* Günther, 1862, a partir d'exem-

plars de Cap Verd (Aurelle *et al.*, 2003; Guillemaud *et al.*, 2000). És una espècie pròpia del litoral, on és molt abundant, i de plataforma, fins els 120 metres de fondària, encara que és més habitual fins els 60 metres de profunditat (Quignard i Pras, 1986). A les Illes Balears, és una espècie molt abundant pròpia de fons rocosos i praderies de *Posidonia* (Riera *et al.*, 1998). L'espècie és hermafrodita proterogínica diàndrica, amb un dicromatisme permanent

associat al sexe. Hi ha una lliurea incial, que és el patró de coloració de les femelles, que és homogènia en tota l'àrea de distribució de l'espècie (Sánchez Delgado, 1981) i una lliurea secundària, que és la dels mascles. Aquesta lliurea masculina presenta variacions geogràfiques, existint una lliurea "mediterrània", pròpia d'aquesta mar i una altra d'"atlàntica" (Lozano, 1952; Sánchez Delgado, 1981). A les Balears, la lliurea habitual és la mediterrània (Fig. 1), caracteritzada per una banda serrada de color ataronjat que recorre el cos longitudinalment des de la boca a la cua i que separa una regió dorsal fosca (marró-verdosa o fins i tot blavosa) i una regió ventral blanquinosa. Presenta unes línies blaves longitudinals que recorren tot el cos i

el rostre, i una taca blava al final de l'opercle, que acostuma a, solament, bordejar-ne l'extrem. Una conspícua taca negra de 2 a 3 cm es troba en els flancs, darrera l'aleta pectoral (Lozano, 1952; Laurent i Lejeune, 1988).

La lliurea atlàntica (Fig. 2) difereix de la mediterrània en que la banda ataronjada lateral es desdibuixa al llarg del cos, com si creixés a partir de la banda ben delimitada de la varietat mediterrània, restant una zona ratllada molt difuminada i ampla. El verd blavós del llom es perd totalment, passant a un ataronjat vermellós i, a més, el peduncle i l'aleta caudals i la meitat del terç posterior del cos són de color negre. Les línies blaves longitudinals que recorren el cos desapareixen, i les del rostre també o en queden



Fig. 1. Mascle de *Coris julis* de lliurea mediterrània. Porto Cristo (Mallorca).

Fig. 1. Male of *Coris julis* with Mediterranean coloration. Porto Cristo (Mallorca).



Fig. 2. Mascle de *Coris julis* de lliurea atlàntica. Badia de Palma (Mallorca), > 70 m de fondària, maig 2005.

Fig. 2. Male of *Coris julis* with Atlantic coloration. Palma bay (Mallorca), > 70 m depth, may 2005.

restes vestigials. La taca blava al final de l'opercle es fa més conspicua, ocupant-ne tota la punta superior, i la taca negra longitudinal del primer terç del cos desapareix del tot en els individus de la varietat atlàntica (Laurent i Lejeune, 1988).

A la costa atlàntica de la Península Ibèrica tan sols hi ha exemplars amb lliurea atlàntica (Sánchez Delgado, 1981) i, segons Lozano (1952), almenys fins a mitjans del segle passat, aquesta varietat de color no era present a la costa mediterrània espanyola.

En 1987, Laurent i Lejeune (1988) esmenten la presència d'exemplars de lliurea atlàntica a tres punts de la Mediterrània (l'illa d'Alborà, el cap Tres Forques (Marroc) i la costa francesa prop

de la frontera franco-espanyola), en tots els casos barrejats amb mascles de lliurea mediterrània. Exemplars amb aquesta lliurea també van aparèixer a Catalunya als anys 90 (Zabala *et al.*, 1992; Corbera *et al.*, 1996), tot i que en una proporció molt inferior als de coloració mediterrània.

Actualment, a les Illes Balears, la donzella no és una espècie objecte de pesca professional, tot i que pot ser capturada involuntàriament amb arts no selectius. Per contra, és una de les principals espècies diana de la pesca recreativa, suposant entre el 8 i el 70 % de les captures de les modalitats de volantí (Morales-Nin *et al.*, 2005; Cardona *et al.*, 2007; Grau, 2008).

Fins avui, no es tenia la notícia de la

presència de mascles amb lliurea atlàntica a les Balears, i en aquest escrit se n'aporta informació i es descriuen les mesures morfològiques i merístiques d'un conjunt de sis exemplars.

Material i mètodes

En nombroses ocasions, la pesca recreativa ha subministrat informació sobre la presència d'espècies íctiques rares en aigües de les Illes Balears, com són els casos de *Tetrapturus albidus* (Massutí *et al.*, 1997), *Katsuwonus pelamis* (Grau i Riera, 2001) o *Epinephelus aeneus* (Mas *et al.*, 2006). L'enorme difusió d'aquesta activitat d'oci a l'arxipèlag (Morales-Nin *et al.*, 2005) i el fet que els pescadors aficionats tenen una actitud receptiva cap als científics facilita la comunicació de captures rares o poc habituals. També en el nostre cas tots els individus estudiats han

estat capturats per pescadors d'esplai, amb volantí des d'embarcació. Els exemplars es van conservar congelats fins a la seva posterior anàlisi, quan es van pesar i se'n mesuraren els caràcters morfomètrics (fins a 0,1 mm) i merístics, que es presenten a la Taula 1.

El primer individu fou capturat el juny de 2006 a una profunditat d'entre 120 i 135 metres, al sud de l'arxipèlag de Cabrera (Mallorca). Un segon individu va ser capturat el 2008 a 54 metres de fondària prop de Portocristo (Mallorca), al lloc anomenat Es Fortet.

A partir d'aquí, es van iniciar consultes entre els pescadors de volantí per tal d'aconseguir-ne més exemplars, de manera que en la primavera de 2010 s'han aconseguit quatre més: un capturat a uns 80 metres de fondària, al sud del cap Blanc (Mallorca), un altre a la fonera de Santa Eulària (Eivissa) a una fondària d'entre 140 i 160 metres i dos més a Es Vedrà (Eivissa),

Taula 1. Pes (en g), caràcters morfomètrics (en mm) i merístics dels 6 exemplars de *C. julis* de lliurea atlàntica capturats a les Illes Balears. ⁽¹⁾ l'exemplar es va trobar eviscerat.

Table 1. Weight (in g), morphometrical (in mm) and meristical characters of the 6 specimens of Atlantic coloured *C. julis* captured in the Balearic Islands. ⁽¹⁾ the specimen was eviscerated.

	Ind. 1	Ind. 2	Ind. 3	Ind. 4	Ind. 5	Ind. 6
Pes (g)	165	88 ⁽¹⁾	102.35			
Longitud total	250	255	249	251	193,5	179
Longitud estàndard	-	-	214	228	163	154
Longitud cefàlica	58.0	59.5	60.2	64	44	43,5
Longitud predorsal	57.8	59.4	59.0	62	41	38
Longitud preanal	113.2	115.1	116.0	119,5	87	88
Altura màxima	54.1	48.0	47.6	55	39	37
Diàmetre ocular	8.1	9.9	8.6	11,5	7	7,5
Distància preorbitària	-	-	19.4	19	11	12
Distància interorbitària	-	-	19.3	19	10	9
Longitud llavis	13.0	19.7	15.5	14,5	9	7
Amplària màxima	26.5	23.6	24.5			
Longitud aleta pectoral	36.2	40.2	35.0	35	26	25
Longitud aleta pèlvica	29.8	32.0	28.0	32	22	19
Radis dorsal	IX+12	-	IX+12	IX+13	IX+13	IX+13
Radis anal	III+11	-	III+11	III+11	III+11	III+12
Radis pectoral	13	13	14	13	13	13
Radis caudal	11	11	15	14	14	14

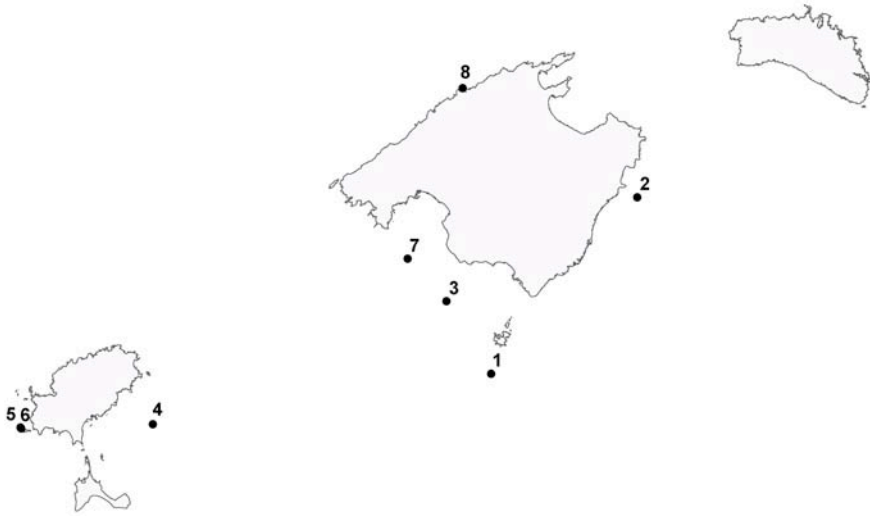


Fig. 3. Localització de les captures de *Coris julis* atlàntiques.

Fig. 3. Capture location of Atlantic coloured *Coris julis*.

a 55-60 metres. Aquests quatre exemplars, després de la seva anàlisi, es van fixar en formol al 4% tamponat i es conserven a la col·lecció ictiològica de la Societat d'Història Natural de les Balears amb els números MNIB0177, MNIB0181, MNIB0182 i MNIB0183.

Així mateix, tenim coneixement de la captura de dos individus més, un pescat per una barca de bou a la badia de Palma (Mallorca), a més de 70 metres de fondària, el maig de 2005 (Fig. 2) i un altre de 27 cm capturat prop de sa Calobra (Mallorca) a uns 30 metres de profunditat el 3 de juny de 2008. La localització geogràfica de totes les captures es presenta a la Fig. 3.

Discussió

Tots els individus amb lliurea atlàntica capturats a Balears són de talla gran o molt gran (entre 179 i 270 mm) i en la majoria

de casos han estat capturats a fondàries més grans de l'habitual (entre 55 i 160 metres) per a un peix típicament litoral, cosa que podria induir a pensar que la lliurea atlàntica seria una coloració pròpia d'exemplars vells adaptats a condicions de fondària.

Aquesta possibilitat s'ha de descartar per complet, des del moment que és possible trobar a aigües balears donzelles de lliurea mediterrània a fondàries superiors als 80 m, així com, tot i que és inhabitual, exemplars d'aquesta coloració de talles superiors als 200 mm (dades de la DGP, inèdit) i que està clarament establert que les poblacions de donzelles de l'Atlàntic i de la Mediterrània tenen diferències genètiques marcades que es corresponen amb les diferències morfològiques i de coloració (Aurelle *et al.*, 2003), tractant-se de dues entitats genèticament diferenciades. L'existència d'una diferenciació genètica en una mateixa espècie entre l'Atlàntic i la

Mediterrània no ens ha de sorprendre atès que ja ha estat observada en altres espècies de peixos i invertebrats i confirma el rol de frontera biogeogràfica que juga l'estret de Gibraltar (Borsa *et al.*, 1997).

Per altra banda, *Coris julis* és una espècie molt sedentària amb mascles territorials (Laurent i Lejeune, 1988), de manera que també s'ha de descartar que els exemplars atlàntics capturats s'hagin desplaçat des de l'Atlàntic i superat les barreres geogràfiques que separen les Balears del continent. Fins i tot, i atès que l'espècie té un rang de moviments no superior als 1.500 m (Palmer *et al.*, en premsa), és poc probable que aquests individus atlàntics s'hagin desplaçat des del litoral a zones més fondes i, per tant, haurien reclutat en les mateixes fondàries on van ser capturats.

En conseqüència, l'explicació més plausible per justificar la presència de *Coris julis* de la varietat atlàntica a les illes Balears és que hagin arribat aquí com a larves planctòniques des de la mar d'Alborà. Està demostrat (Macpherson i Raventós, 2006) que hi ha una correlació positiva entre la Durada Pelàgica de les Larves (DPL) dels peixos litorals mediterranis i el seu rang de distribució, i que les espècies amb DPL llarga poden travessar les barreres de dispersió que hi ha a la Mediterrània; *Coris julis* és una espècie amb una gran DPL (28,1 dies de mitjana) de manera que té una bona capacitat de dispersió. Cal recordar que les costes del sud i est de les Balears, i en particular de les illes Pitiüses i Cabrera, reben directament aigua de l'Atlàntic mitjançant la corrent algeriana (López-Jurado *et al.*, 2008), de manera que és fàcil que arribin larves amb DPL llarga. La mateixa distribució de les troballes (Fig. 3) recolzaria aquest origen.

Més interessant és l'aparent segregació de les dues varietats per la fondària, perquè,

com ja hem assenyalat, la varietat atlàntica sempre l'hem trobada a certa profunditat. Si les donzelles arriben a les Balears com a larves, aquestes han d'arribar indistintament tan a les zones litorals com les de plataforma. Crec'hriou *et al.* (2010) han demostrat que a les aigües que envolten l'arxipèlag de Cabrera els ous i larves de *C. julis* es distribueixen en un gradient invers a la distància a costa, tot i que és possible trobar larves 40 milles mar endins (F. Alemany, *com. pers.*) Aleshores, l'assentament i la supervivència de les donzelles atlàntiques podrien estar lligats a unes condicions ambientals concretes que, a les Illes Balears, només es donarien en fondària i, aleshores, estaríem assistint a la colonització de les àrees de plataforma per aquesta nova varietat.

Així, cal considerar que es tracta de l'expansió de l'àrea de distribució de la varietat atlàntica dins la Mediterrània occidental, assimilable als nombrosos casos d'espècies atlàntiques que han aparegut a les Illes Balears en els últims 20 anys i que s'atribueix a un procés de meridionalització de la Mediterrània (Grau i Riera, 2001; Cardona i Elices, 2005; Mas *et al.*, 2006).

Agraïments

Els autors estan agraïts a les següents persones, per la seva ajuda: a Antoni Box, per proporcionar-nos els tres exemplars d'Eivissa i a Miquel Perelló (*de ca s'olier*) per fer-nos arribar un altre de Mallorca; a Xavier Canyelles i Jaume Servera (*Pajolí*) per les seves informacions de captures de la varietat atlàntica i a Jaume Calafat, a més, per la fotografia de la Fig. 2; i a Àlex Martino, per no fer brou d'aquell peix d'aspecte de donzella que no sabia que era. Finalment, a Laura Yuste per la confecció de la Fig. 3. Els comentaris i els sugge-

riments de Xisco Riera i Miquel Palmer han estat molt enriquidors.

Bibliografia

- Aurelle, D., Guillemaud, T., Afonso, P., Morato, T., Wirtz, P., Serrao Santos, R. i Cancela, M.I. 2003. Genetic study of *Coris julis* (Osteichthyes, Perciformes, Labridae), evolutionary history and dispersal abilities. *C.R. Biologies*, 326: 771-785.
- Borsa, P., Naciri, M., Bahri, L., Chikhi, L., García de León, F.J., Kotoulas, G. i Bonhomme, F. 1997. Zoogéographie infra-spécifique de la mer méditerrané: analyse des données génétiques populationnelles sur seize espèces atlanto-méditerranéennes (Poissons et Invertébrés). *Vie et Milieu*, 47: 295-305.
- Cardona, L. i Elices, M. 2005. Peixos. In: *Enciclopèdia de Menorca*, 5(2): 1-115.
- Cardona, L., López, D., Sales, M., De Caralt, S. i Díez, I. 2007. Effects of recreational fishing on three species from the *Posidonia oceanica* meadows off Minorca (Balearic archipelago, western Mediterranean). *Scientia Marina*, 71(4): 811-820.
- Corbera, J., Sabatés, A. i Garcia-Rubies, A. 1996. *Peces de mar de la Península Ibérica*. Ed. Planeta, Barcelona.
- Crec'hriou, R., Alemany, F., Roussel, E., Chassanite, A., Marinaro, J.Y., Mader, J., Rochel, E. i Planes, S. 2010. Fisheries replenishment of early life taxa: potential export of fish eggs and larvae from a temperate marine protected area. *Fish. Oceanogr.*, 19(2): 135-150.
- Grau, A.M. i Riera, F. 2001. Observacions faunístiques i demogràfiques a la ictiofauna de les Illes Balears: un fenomen de meridionalització. In: Fornós, J. i Pons, G.X. (Eds.). *El canvi climàtic: passat, present i futur. Monografies Soc. Hist. Nat. Balears*, 9: 53-67.
- Grau, A.M. 2008. Recreational maritime fishing in the Balearic Islands: Tradition and future. *Options Méditerranéennes*, Ser. B, 62: 97-105.
- Guillemaud, T., Cancela, M.L., Afonso, P., Morato, T., Santos, R.S. i Wirtz, P. 2000. Molecular insights into the taxonomic status of *Coris atlantica* (Pisces: Labridae). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 80: 929-933.
- Laurent, L. i Lejeune, P. 1988. Coexistence en Méditerranée de deux livrées terminales différentes chez la girelle *Coris julis* (Pisces, Labridae). *Cybium*, 12: 91-95.
- López-Jurado, J.L., Marcos, M. i Monserrat, S. 2008. Hydrographic conditions affecting two fishing grounds of Mallorca island (Western Mediterranean): during the IDEA Project (2003-2004). *J. Mar. Systems*, 71: 303-315.
- Lozano, L. 1952. Peces Fisoclistos subserie Torácicos, 2ª parte. Órdenes Labriformes y Escombriformes. *Mem. R. Acad. C. Ex., F. y N. de Madrid*, serie C. Nat., T. XIV, 2ª parte: 387-705.
- Macpherson, E. i Raventós, N. 2006. Relationship between pelagic larval duration and geographical distribution of Mediterranean littoral fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 327: 257-265.
- Mas, X., Escandell, M., Riera, M.I., Grau, A.M. i Riera, F. 2006. Nuevos datos sobre la presencia del cherne de ley *Epinephelus aeneus* en las islas Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 59-66.
- Massutí, E., Martínez, M., Moranta, J., Lloris, D. i Morales-Nin, B. 1997. Dades sobre la captura de dues espècies del gènere *Tetrapturus* (Osteichthyes, Istiophoridae) al mar Balear (Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 44: 97-101.
- Morales-Nin, B., Moranta, J., García, C., Tugores, M.P., Grau, A.M., Riera, F. i Cerdà, M. 2005. The recreational fishery off Majorca island (western Mediterranean): Some implications for coastal resource management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 727-739.
- Palmer, M., Balle, S., March, D., Alós, J. i Linde, M., en premsa. Estimating the size of circular home range from fish Mark-Release-(single)-Recapture data: the case of a small labrid targeted by recreational fishery. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*
- Quignard, J.-P. i Pras, A. 1986. Labridae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau,

- J.C., Nielsen, J. i Tortonese, E. (Eds.): *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. II, p. 919-942. UNESCO. Paris.
- Riera, F., Oliver, J. i Terrassa, J. 1988. *Peixos de les Balears*. Ed.: Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori. Govern de les Illes Balears, Palma.
- Sánchez-Delgado, F. 1981. Contribución al conocimiento de los lábridos (familia Labridae) de las costas ibéricas. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 6: 19-57.
- Zabala, M., Garcia-Rubies, A. i Corbera, J. 2005. *Els peixos de les illes Medes i del litoral català, guia per observar-los al seu ambient*. Col·lecció Norai, 8. Ed. Escola del Mar. Centre d'Estudis Marins de Badalona, 157 pp.

Sobre la presencia de *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (Latzel, 1886) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) en las Islas Baleares (Mediterráneo occidental)

Mateo VADELL y Guillem X. PONS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Vadell, M. y Pons, G.X. 2010. Sobre la presencia de *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (Latzel, 1886) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) en las Islas Baleares (Mediterráneo occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 161-178. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Se da a conocer la primera cita de la familia Henicopidae para las Islas Baleares (España), así como la primera cita confirmada de *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (Latzel, 1886) para la fauna iberobaleares, desde que Demange (1958) la citara en "Essai d'une clef dichotomique des Lithobiides d'Espagne (1)", pero sin indicar lugar o localidad alguna de esta especie. En este trabajo también se describen algunos de los caracteres observados en el ejemplar hembra y en los machos estudiados.

Palabras clave: *Henicopidae*, *Islas Baleares*, *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus*, primera cita.

SOBRE LA PRESENCIA DE *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (LATZEL, 1886) (CHILOPODA: LITHOBIOMORPHA: HENICOPIDAE) A LES ILLES BALEARS (MEDITERRANIA OCCIDENTAL). Es dona a conèixer la primera cita de la família Henicopidae per a les Illes Balears (Espanya), així com la primera cita confirmada de *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (Latzel, 1886) per a la fauna iberobaleares, des de que Demange 1958 la cita a "Essai d'une clef dichotomique des Lithobiides d'Espagne (1)", però que en ella, no va indicar cap lloc o localitat d'aquesta espècie. En aquest treball també es descriuen alguns dels caràcters observats en l'exemplar femella i els mascles estudiats.

Paraules clau: *Henicopidae*, *Illes Balears*, *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus*, primera cita.

ABOUT THE PRESENCE OF *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (LATZEL, 1886) (CHILOPODA: LITHOBIOMORPHA: HENICOPIDAE) ON THE BALEARIC ISLANDS (WESTERN MEDITERRANEAN). First record of the family Henicopidae is reported for the Balearic Islands (Spain) and confirmed the first date for *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus* (Latzel, 1886) to the iberobaleares fauna since Demange (1958) cited it in "Essai d'une clef des dichotomique Lithobiides d'Espagne (1)", but it did not indicate any place or locality of this species. This paper also describes some of the characteristics observed in the female specimen and the males studied.

Keywords: *Henicopidae*, *Balearic Islands*, *Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus*, first record.

Mateo VADELL, Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, km 30,5. Apartat de correus 55. Sóller-Mallorca (Spain), Societat d'Història Natural de les Balears. C/ Margarita Xirgu, 16 baixos E-07011 Palma de Mallorca (Spain). E-mail: lithobius@hotmail.es.; Guillem X. PONS, Departament de Ciències

de la Terra, Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa km 7,5, E-07122 Palma de Mallorca (Spain). E-mail: guillemx.pons@uib.es

Recepció del manuscrit: 10-set-2010; revisió acceptada: 30-des-2010

Introducción

La información sobre la fauna quilopódica de las Islas Baleares es escasa. El conocimiento y estudio sobre el orden Lithobiomorpha de las Baleares comprendía, hasta la fecha, especies pertenecientes únicamente a la familia Lithobiidae y al género *Lithobius*. Estos trabajos fueron realizados por diferentes autores como Verhoeff (1924), Demange (1961), Negrea y Matic (1973), Eason (1975), Serra (1983, 1986), Bellés (1987), Bellés *et al.* (1989), Vadell *et al.* (2005, 2006), Vadell y Martínez (2010) y Vadell (2007a; 2007b; 2009), quienes fueron incrementando el conocimiento sobre la composición y distribución de este género en las Islas Baleares.

Cuando se estaba realizando la revisión y catalogación de la colección de quilópodos de Jaume Damians, se encontraron en un vial dos ejemplares, pertenecientes a un macho y a una hembra procedentes de Consell (Mallorca), los cuales en una inspección preliminar, se pudo constatar que pertenecían a la familia Henicopidae. Una revisión más exhaustiva confirmó que los ejemplares estudiados eran asignables al género *Lamyoctopristus*. Los quilópodos de la familia de Henicopidae están distribuidos en todos los continentes excepto en la Antártida, pero es más característica de las regiones templadas del sur, donde sustituye en gran medida a Lithobiidae (Eason, 1992; Edgecombe *et al.*, 2002).

En la fauna europea (incluidas islas Canarias), la familia Henicopidae está

representada por el género *Lamyoctes* Meinert, 1868 con los subgéneros *Metalamyoctes* Verhoeff, 1941 y *Lamyoctes* Meinert, 1868, a estos a su vez pertenecen las especies de *Lamyoctes* (*M*) *albipes* Pocock, 1894 (= ?*L. mauriesi* Demange, 1981), *Lamyoctes* (*L*) *castaneus* Attems, 1909, *Lamyoctes* (*L*) *coeculus* (Brölemann, 1889) y *Lamyoctes* (*L*) *emarginatus* (Newport, 1844). También existe la subfamilia Anopsobiinae Verhoeff, 1907 con una única especie perteneciente al género *Rhodobius* Silvestri, 1933 localizada en la isla de Rhodas (Grecia), denominada la cual como *Rhodobius lagoi* Silvestri, 1933 (Hollington y Edgecombe, 2004).

El género *Lamyoctopristus* de la familia Henicopidae fue descrito por Attems (1928), con ejemplares hembras de la provincia del Cabo, (Gouda Sudáfrica). Se caracteriza por presentar los tarsos de las patas 1-12 uniarticulados y los del par 13 al 15 biarticulados, la parte distal de las tibias en las patas 1 a la 14 con una apófisis espinosa anterior, 3+3 dientes en el coxoesternito forcipular, terguitos 9, 11, 13 y 15 con amplias prolongaciones caudales romas, esternito pregenital profundamente sinuoso y bilobado y el primer artejo basal del gonopodio con una hilera de 5 o 6 espolones.

Posteriormente, Chamberlin (1951) crea los subgéneros *Neomyctes* y *Eumyoctes* con ejemplares procedentes del Noreste de Angola, distinguiéndose el primero por presentar prolongaciones caudales los terguitos 6, 7, 9, 11 y 13, antenas largas, 3+3 dientes en el coxoesternito forcipular, tarsos de las patas 1 al 13 no divididos y los

últimos pares biarticulados. Tibias de las patas 1-14 con una apófisis espinosa anterior en su parte distal y artejo basal del gonopodio de la hembra con 2+2 espolones.

En la descripción del subgénero *Eumyctes* el mismo autor únicamente comenta en su trabajo, que se caracteriza por presentar prolongaciones caudales en los terguitos 9, 11 y 13, sin aportar más datos.

En posteriores estudios taxonómicos y filogenéticos realizados en los Henicopidae (Edgecombe y Giribet, 2003; Hollington y Edgecombe, 2004) pasa el subgénero *Neomyctes* a ser sinónimo del subgénero *Eumyctes*, incluyendo además en este subgénero, especies que anteriormente estaban incluidas en el género *Henicops* Newport, 1844 o en el *Lamycet* Meinert, 1868.

Actualmente el subgénero está compuesto por cinco especies: *Lamycetopristus* (*Eumyctes*) *sinuatus* (Porat, 1893) (= *Henicops sinuatus* Porat, 1893) de Sudáfrica: Cabo Oeste, Cabo Norte, *L. (Eumyctes)* *denticulatus* (Attems, 1908) (= *Lamycet denticulatus* Attems, 1907) de Sudáfrica: Cabo Oeste y República Democrática del Congo, *L. (Eumyctes)* *ergus* (Chamberlin, 1951) (= *Lamycetopristus* (*Neomyctes*) *ergus* Chamberlin, 1951) de Angola, *L. (Eumyctes)* *setigerus* (Lawrence, 1955) (= *Lamycet setigerus* Lawrence, 1955) de Sudáfrica: KwaZulu-Natal, Provincia Norte y Zambia y por último *L. (Eumyctes)* *numidicus* (Latzel in Gadeau de Kerville, 1886) (= *Lamycet numidicus* Latzel, 1886) de Argelia y Gabón (Hollington y Edgecombe, 2004; Minelli, 2006).

Demange en 1958 incluye a *Lamycetopristus* (*Eumyctes*) *numidicus* (Latzel in Gadeau de Kerville, 1886) (sin = *Lamycet numidica* Latzel, 1886) en su clave de los Lithobiidae de España, dentro

de su trabajo “*Contribution à la connaissance de la faune cavernicole de l’Espagne (Myriapodes, Chilopodes: Lithobioidea)*” pero sin indicar en ella una localidad ni situación concreta de la especie.

Posteriormente, Serra (1980) incluye la cita de Demange (1958) indicando la ausencia concreta de datos sobre la localidad, que se encontró esta especie. Así pues, en este trabajo se da a conocer una primera localidad precisa, confirmada de este género y especie para la zona iberoibaleares y europea.

Material y métodos

El material estudiado procede de la colección de Chilopoda de Jaume Damians, que fue donada al *Museu de la Naturalesa de les Illes Balears -Societat d’Història Natural de les Balears* (MNIB-SHNB) y que está siendo objeto de estudio y catalogación por parte de uno de los autores de esta nota (M. Vadell).

Los ejemplares que se ha realizado este estudio, estaban conservados en un vial con alcohol de 70° glicerinado y con una etiqueta que contaba los siguientes datos: 27-II-1998, Torrent de Soller (Consell, Mallorca), Jaume Damians leg., sin especificar un punto concreto del recorrido del torrente.

Posteriormente, en la elaboración de este trabajo se capturó otro ejemplar, procedente de Can Llunes, en la Zona de Cala Varques (Manacor, Mallorca), este espécimen forma parte de la colección de Mateo Vadell, depositada en el *Museu Balear de Ciències Naturals* de Sóller (CMV).

Para el estudio y determinación de los ejemplares se ha utilizado una lupa trinocular Motic SMZ-168 con cámara

CCD Motic MC-2000 y el microscopio triocular Kyowa Unilux-12 con cámara CCD Motic MC-2500.

Los ejemplares fueron diseccionados, separándoles la cápsula cefálica, el coxoesternito forcipular, las maxilas y mandíbulas, siendo posteriormente aclarados con lactofenol de Ammann y montados en varias preparaciones microscópicas permanentes, con líquido de Hoyer (7 la hembra, 6 en el macho A9 y otras 6 en el macho 111210-1).

La terminología utilizada para la descripción de ciertos caracteres en los especímenes de este trabajo, se ha basado con la nomenclatura utilizada en los trabajos de Edgecombe (2001; 2004), Edgecombe *et al.* (2002), Edgecombe y Giribet (2004), Lewis (1981) y Bonato *et al.* (2010).

Las abreviaturas utilizadas son: MNIB-SHNB, Museu de la Naturalesa de les Illes Balears-Societat d'Història Natural de les Balears; CVM, colección personal de Mateo Vadell depositada en el Museu Balear de Ciències Naturals; Ref., Referencia; Num., Número; T., Terguito; E., Esternito; P., Pata.

Resultados y discusión

Sistemática

Chilopoda Latreille, 1817

Orden Lithobiomorpha Pocock, 1902

Familia Henicopidae Pocock, 1901

Subfamilia Henicopinae Pocock, 1901

Tribu Henicopini Chamberlin, 1912

Género *Lamycetopristus* Attems, 1928

Subgénero *Lamycetopristus* (*Eumyctes*) Chamberlin, 1951 (= *Neomyctes* Chamberlin, 1951)

Lamycetopristus (*Eumyctes*) *numidicus* (Latzel in Gadeau de Kerville, 1886)

Sin= *Henicops numidica* Latzel, 1886

Lamycet numidica Latzel, 1886

MATERIAL: Torrent Sollerich (Consell-Mallorca). 1♀ y 1♂, 27-II-1998, Jaume Damians leg. (Ref. núm.: A9A y A9, MNIB-SHNB, ambos en preparaciones microscópicas); hembra en 7 preparaciones: A9A-1 cabeza, A9A-2 coxoesternito forcipular, A9A-3 maxilas, A9A-4 mandíbulas, A9A-5 cuerpo, A9A-6 genitalia y T.16 y A9A-7 patas P.15; Macho en 6 preparaciones: A9-1 cabeza, A9-2 coxoesternito forcipular, A9-3 maxilas, A9-4 mandíbulas, A9-5 cuerpo y A9-6 genitalia y T.16.

Can Lluens (Manacor-Mallorca). 1 ♂, 11-XII-2010, Mateo Vadell y Julián Vadell leg. (CMV Ref. núm.: 111210-1, en 6 preparaciones microscópicas); 111210-1A, cabeza y mandíbula derecha, 111210-1B coxoesternito forcipular, 111210-1C maxilas y mandíbula izquierda, 111210-1D cuerpo, 111210-1E genitalia y P.15 y 111210-1F patas sueltas.

Caracteres generales

Coloración del ejemplar del 111210-1 castaño claro, con algunas vetas más oscuras, posteriormente, al introducirlo en alcohol, la coloración del cuerpo se torna a un castaño oscuro como en los ejemplares A9 y A9A, salvo las patas y antenas. La región del ocelo está fuertemente pigmentada con una coloración castaño muy oscuro a negro.

Un único ocelo a cada lado de la cabeza, grande y protuberante. Sutura transversal anterior del escudo de la cabeza bien marcada y un pequeño surco medio en la parte anterior sin llegar a estar en contacto con la sutura transversal (Fig. 1).

Las antenas son largas, aproximadamente la mitad de la longitud del



Fig. 1. Cabeza del ejemplar macho 111210-1.

Fig. 1. Head of male specimen 111210-1.

cuerpo, siendo los dos antenómeros basales mucho más largos que los otros; el artejo basal es más ancho que largo y el segundo más largo que ancho, los anterómeros 3-4, 7-8 y 10-11 son especialmente cortos, por ejemplo en el ejemplar ♂ 111210-1 el artejo 3 es 1.82 veces más ancho que largo, el cuarto artejo 2.53 veces más ancho que largo, el séptimo 2.24 veces más ancho que largo, el octavo 1.9 veces más ancho que largo, el décimo 2 veces más ancho que largo y el onceavo 1.79 veces más ancho que largo. Los artejos de la parte distal de las antenas submoniliformes, siendo el artejo apical unas 1.45 veces más largo que el penúltimo artejo.

Espiráculos presentes en los terguitos T.1, T.3, T.5, T.8, T.10, T.12 y T.14. Borde caudal de los terguitos T.2, T.4 y T.6 rectos, en T.1, T.3, T.5 y T.8 ligeramente cóncavos, T.10, T.12 y T.14 con el borde posterior cóncavo. El T.7 presenta prolongaciones con los ángulos laterales redondeados y con el sector medio recto; estas prolongaciones son más evidentes antes del montaje en la preparación microscópica, que posteriormente en la preparación (Fig. 2). Los terguitos T.9, T.11 y T.13 con claras prolongaciones caudales (Fig. 3).

Cuerpo con abundante pilosidad de sedas cortas y medias, la gran mayoría de ellas son recias (salvo en la cabeza); En los terguitos parece predominar las sedas de tipo lanceolado, aunque también se pueden observar alguna de tipo espiniforme. En los esternitos, estas tienen una forma más estilizada, no siendo tan gruesas como el resto del cuerpo. Las patas también con abundante pilosidad larga y corta, pero en su cara ventral, se observan algunas sedas de tipo lanceolado, tanto en los pares de patas anteriores y la región media del cuerpo, haciéndose más recias y abundantes las sedas lanceoladas hacia las patas posteriores, en detrimento de las sedas normales.

Coxoesternito forcipular con forma subtrapezoidal con 3+3 dientes, con forma cónica y su ápice redondeado. Los dientes externos están separados de los dientes medios, a una distancia aproximada de 1.5 a 1.8 veces de la anchura de la base de un diente; en la hembra la separación del diente exterior izquierdo es menor, aproximadamente a la anchura de la base de un diente.

La separación entre los dientes medios e interiores es aproximadamente un poco

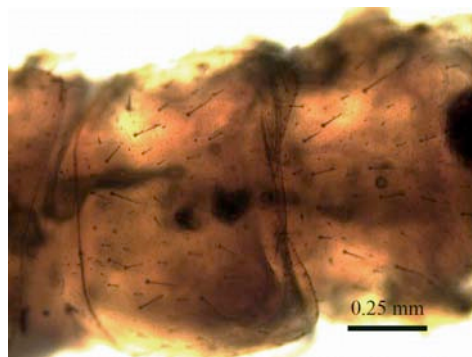


Fig. 2. Prolongaciones en el terguito 7 de la hembra A9.

Fig. 2. Extensions in tergite 7 of the female A9.

inferior o igual al ancho de la base de los dientes.

Entre el espacio del diente exterior y el primer diente interior existe una espina paradontal semejante a una seda y con un tamaño similar a la altura de los dientes; en el ejemplar ♂ 111210-1 la espina es unas 2 veces a la altura de un diente y falta en el lado derecho.

La diastema mediana poco profunda y en forma de "U", con una longitud aproximada a la altura de un diente y formando un ángulo que varía entre los 75° a los 79°.

La glándula del veneno llega aproximadamente hacia la mitad del tarso de las forcípulas.

Tarsos de las patas sin divisiones desde la P.1 a la P.12, a partir de los pares de patas de la P.13 a la P.15 los tarsos están dividido en dos. La extremidad distal anterior de las tibias con una apófisis espinosa desde la pata P.1 a la P.12.

Todas las patas cuentan con uña accesoria anterior y posterior y con una espina posteroventral larga.

Descripción de la hembra

En la hembra A9A faltan las patas P.10 y P.11 del lado derecho y P.13 y P.14 del lado izquierdo.

Con una longitud del cuerpo de 9 mm y una anchura de unos 1.1 mm del cuerpo en el terguito T.10.

La cabeza prácticamente es igual de larga que de ancha (1.10-1.11 mm). El único ocelo tiene una longitud aproximada de 135 micras. Las Antenas están constituidas por 29 artejos con una longitud de las mismas de 3.5 mm (en alcohol, sin hidratar).

Órgano de Tömösváry pequeño y ligeramente ovalado, con un tamaño de 60.4 micras de largo por 45.8 micras de alto, situado cercano al margen del pleurito cefálico, a una distancia un poco menor que el ancho del mismo órgano y con una posición algo retrasada respecto al ocelo.

Parte ventral superior de la cabeza con dos sedas postantenas largas. Ápice del clipeo con siete sedas dispuestas en dos filas; con la configuración de 4+3 sedas.

Las sedas exteriores de estas filas son de



Fig. 3. Tergitos 7, 8 y 9 (izquierda) y 10, 11, 12 y 13 (derecha) en el ejemplar macho 111210-1.
Fig. 3. Tergites 7, 8 and 9 (left) and 10, 11, 12 and 13 (right) of the male 111210-1.

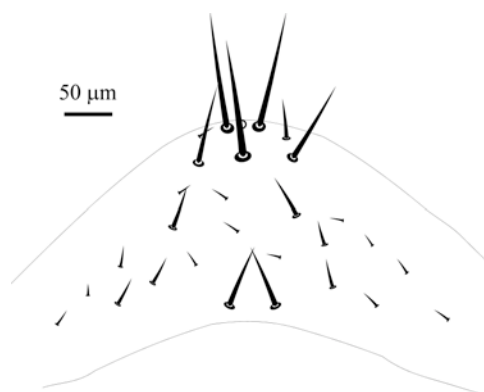


Fig. 4. Sedas del clípeo de la hembra A9.
Fig. 4. *Clypeal area of the female A9.*

tamaño pequeño contrastando con las sedas interiores que son muy largas (Fig. 4).

En el área media del clípeo hacia el labio se pueden observar unas 19 sedas de un tamaño medio a pequeño y dispuestas en 6 filas de 4, 4, 4, 2, 4, 1+0.

En la parte media del labio también se puede observar una fila de 2 sedas largas.

El área del clípeo con abundante puntuaciones en las zonas de las sedas.

Labro con una seda lateral proyectada en la pieza lateral, hacia la pieza intermedia del labro. Margen del labro débilmente cóncavo con cerdas ramificadas “*branching bristles*” a corta distancia más allá del margen.

Maxilas y mandíbulas

El proceso coxal de la maxila I con forma triangular, poseyendo 5+5 sedas simples y 2+2 sedas plumosas hacia su ápice. Entre el proceso de la coxa y el telopodito hay un grupo de 6+6 sensilos de tipo microtrichoidea, con unas longitudes que oscilan entre las 4.2 a 5 micras aproximadamente. En su parte central media, el coxoesternito presenta, al lado de la línea de escotadura 1+1 seda. El telopodito de la maxila I con 24+22 cerdas

plumosas a lo largo del margen interior y 10+12 sedas simples a lo largo de la membrana del margen interior. En la cara ventral y a lo largo de su superficie se observan entre 28+25 de sedas simples. En el margen dorso-lateral externo se pueden observar 2 sensilos cónicos pequeños con unas longitudes que oscilan entre las 5.1 a 6.1 micras aproximadamente.

El coxoesternito de la maxila II con 9+9 sedas a lo largo de su borde rostral anterior ventral y dispuestas en 3 filas no muy bien definidas, con unas longitudes desiguales, oscilando entre las 10.2 micras las más pequeñas y entre las 25.8 a 30.2 micras las más grandes, también hay 1+1 sensilo pequeño con forma cónica, algo más abajo del cóndilo coxofemoral y con una longitud aproximada de 5.6 micras.

Primer artejo del telopodito alargado, unas 1.4 veces más corto que la longitud del borde rostral de la coxa, a lo largo de su superficie del mismo se puede observar un total de 11 sedas; 7 dispuestas en su margen dorso-lateral externo (solo 6 en el telopodito izquierdo), una en el margen dorso-lateral interno, 2 sedas en la cara dorsal dispuestas en columna en la parte media distal del telopodito y una seda en la cara



Fig. 5. Seda plumosa en el segundo telopodito derecho de la maxila II en la hembra A9.

Fig. 5. *Feathery setae in the second right telopodite of maxilla II in the female A9.*

ventral del mismo. En el margen distal ventral aproximadamente en la mitad de la anchura del telopodito hay un sensilo basicónico de pared gruesa "*Blasse Borsten* o *Thick-walled*" con una longitud de 14.8 micras aproximadamente, cuya forma recuerda a la de los dientes frontales del tiburón *Scapanorhynchus* sp. en su vista labial.

Segundo artejo del telopodito unas 2.6 veces más corto que la longitud del borde rostral de la coxa (Fig. 17), sobre su superficie se pueden observar 10 sedas en el lado derecho y 9 en el izquierdo; de las cuales, dos de ellas están dispuestas en su cara dorso-lateral externa y una en la cara dorso-lateral interna.

Hacia el margen distal interno de la cara ventral del telopodito, se aprecian 3 sensilos de tipo microtrichoidea con unas longitudes comprendidas entre las 6.5 a 5.5 micras y dispuestos en 2 filas; 1 fila de 2, situada casi en el margen distal articular y otra fila de uno, ligeramente retrasado con los anteriores. En su cara dorsal, hacia el margen distal interno articular se observan sensilos basicónicos del tipo de pared gruesa en un número desigual (3 en telopodito derecho y 4 en el izquierdo) y con unas longitudes que oscilan entre las 44.5 a las 64 micras, su apariencia es igual como los del primer telopodito. En el margen distal de la cara interna del telopodito derecho, se puede observar una cerda de tipo plumoso de un tamaño pequeño, de unas 23 micras. El telopodito II del lado izquierdo, parece que la seda se ha extraviado.

Último artejo del telopodito unas 2.5 más pequeño que el margen anterior del borde rostral (sin contar la uña apical) (Fig. 5). Con 32 sedas simples sobre la superficie del telopodito izquierdo y 31 en el derecho, en su parte lateral interna presentan unas 21 cerdas plumosas. En su lado ventral cerca

de la base de la uña apical y entre las sedas simples se observa un sensilo cónico y en su cara dorsal, siguiendo el largo del margen lateral externo, donde comienzan las cerdas plumosas, pueden observarse cinco sensilos de tipo microtrichoidea, dispuestos en una línea paralela a lo largo del borde exterior y emparejándose a cada una de las cerdas plumosas. La uña apical del telopodito III está formada por 5 puntas.

Mandíbulas con nueve láminas de acículas de tipo bipinnulata; pínulas aproximadamente simétricas en el margen anterior y posterior, con un número que varía entre 13 a 20 pínulas en los bordes anteriores y posteriores del margen.

El número de dientes que hay en la mandíbula es desigual, pues en la izquierda hay 4 pares y en la derecha 5; este último par está situado en el margen superior del pulvillus, presentando el diente que está en lado del margen gnathal, una forma redondeada (lingual) y con algunos dentículos accesorios. Dentículos accesorios pequeños y con forma triangular, formando un campo continuo, sin reborde acanalado en los dientes.

La franja de cerdas ramificadas, se extiende a lo largo de todo el margen gnathal, bordeando las acículas; estas cerdas tienen una base ancha y son aproximadamente de una longitud de unos tres cuartos de la altura del primer diente externo, hasta llegar a la parte posterior del mismo, a partir de este punto pasan a tener una base más fina y su longitud es aproximadamente un cuarto de la altura del primer diente más externo.

Las almohadillas peludas o "*pulvillus*" están integradas con los dentículos accesorios y están formadas por cerdas simples y multifurcadas.

Segmento genital y gonopodio

Esternito del primer segmento genital,

con el margen posterior-mediano cóncavo, y abundantes sedas grandes y pequeñas, aproximadamente unas 97 (muchas de ellas extraviadas, sobre todo las de parte central). Sobre la superficie del mismo se puede observar una abundante puntuación, así como también un elevado número de poros.

Gonopodios en la hembra formados por tres segmentos. El segmento basal con 2+2 espolones cónicos con una forma similar a los dientes centrales del tiburón *Isurus hastalis*, el espolón interno es levemente más largo que el externo y también ligeramente más ancho en su base, este forma un ángulo aproximado de 25° y de unos 29° el espolón externo, el segmento basal además presenta un número de 20+21 sedas.

El segundo segmento gonopodial con 7+7 sedas y 3+3 espinas situadas en su cara dorso-lateral externa y dispuestas en 2 filas; una fila de una seda, próxima al extremo distal del segmento y la otra de dos sedas, algo más retrasadas (hacia la parte proximal), que la primera fila.

El segmento distal del gonopodio con 3+3 sedas. En la cara del margen dorso-lateral externo, existen 3 sedas de pequeño tamaño dispuestas en columna, próximas entre ellas y más cercanas de parte proximal que la distal del segmento. La uña del gonopodio es simple (Fig. 6).

Poros coxales y P.15

Coxas de las patas P.12 a la P.15 con 3 poros redondos cada una, salvo la P.14 derecha que tiene 4 poros.

El par de patas P.15 con una longitud algo menor que la mitad del cuerpo y con más pilosidad que las otras patas; la gran mayoría de las sedas en el prefémur, tanto en su cara dorsal como ventral son de tipo lanceoladas y gruesas, con muy escasas sedas de tipo normal en su superficie. El fémur con el mismo tipo de sedas que el

prefémur, pero con mayor número de sedas normales. Tibia con un menor número de sedas lanceoladas, estas son más estilizadas y un mayor número de las otras sedas en toda su superficie. Tarsos 1 y 2 con numerosas sedas largas y estilizadas de tipo normal.

Porcentajes de longitud de los artejos de las P.15 son: fémur x cabeza = 86.35 %; tibia x cabeza = 101.64 %; tarso (1+2) x cabeza = 175.45 %; tarso 1 x cabeza = 97.24 %; tarso 2 x cabeza = 78.21 %; tarso (1+2) x fémur = 141.93 %; tarso 1 x fémur = 69.39 %; tarso 2 x fémur = 55.81 %.

Descripción de los machos

Macho A9

En el ejemplar macho A9 faltan las patas P.12, P.13, P.14 del lado derecho y ambas P.15.

Tiene una longitud del cuerpo de 8.7 mm y una anchura en el T.10 de 1.52 mm. La cabeza prácticamente igual de larga que de ancha (0.97-0.95 mm) y un único ocelo a cada lado, con forma abombada y con una longitud aproximada de 138 micras.

Órgano de Tömösváry en la misma disposición y forma que en la hembra.

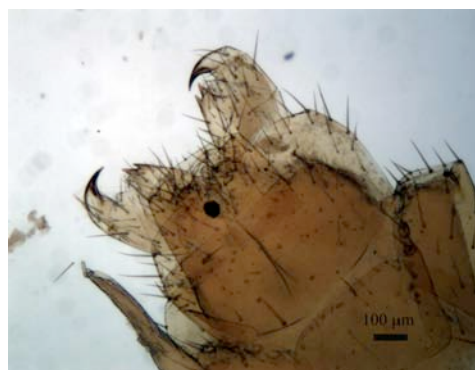


Fig. 6. Gonopodio de la hembra A9.

Fig. 6. Gonopod of the female A9.

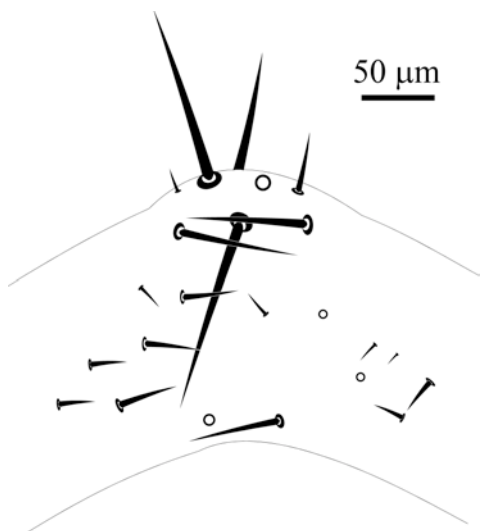


Fig. 7. Seda del clípeo en el macho A9A.

Fig. 7. Clypeal area in the male A9A.

Las antenas no presentan simetría; la derecha está rota en el anterómero 25 y tiene una longitud de 3.8 mm y la izquierda formada por 27 anterómeros y con una longitud de 4 mm. Estas presentan la misma pilosidad que en la hembra.

Parte ventral de la cabeza con dos sedas largas postantennales y en la zona del ápice del clípeo, se pueden observar ocho sedas dispuestas en tres filas de 1, 4, 3 sedas; todas ellas largas de unas 143 micras, salvo las externas de la fila media con un tamaño aproximado 3 veces menor que las anteriores. Área media del clípeo con 13 sedas de diferentes tamaños dispuestas en 4 filas no muy bien definidas; con el orden de 4, 4, 4, 0+1 sedas (Fig. 7).

Margen labial medio del labro con 2 sedas largas y también como en la hembra presenta abundante puntuación en el área clipeal. El labro igual que en la hembra.

Maxilas y mandíbulas

El proceso coxal de la maxila I con forma triangular, poseyendo 6+6 sedas

simples y 2+2 sedas plumosas en su ápice. Entre el proceso de la coxa y el telopodito hay un grupo de 5+5 sensilos microtrichoidea (Fig. 8). El coxoesternito presenta en su parte central media al lado de la línea de escotadura interna 1+1 seda.

El telopodito de la maxila I con 19+19 cerdas plumosas a lo largo del margen interior y unas 12+12 sedas simples a lo largo de la membrana del margen interior. En la cara ventral se pueden observar 26+26 de sedas simples y en el margen dorso-lateral externo se hallan 2 sensilos cónicos pequeños.

Coxoesternito de la maxila II con 7+7 sedas a lo largo de su borde rostral y dispuestas en 2 filas no muy bien definidas. No se observan ninguna seda dorso-lateral.

Telopodito I de la maxila II con las mismas proporciones que en la hembra y con 5 sedas dorso-laterales externas y una dorso-lateral interna; las sedas externas con un tamaño pequeño en la parte proximal del telopodito y haciéndose cada vez más grandes, a medida que llegan al margen distal del mismo.

En la cara dorsal se observan 2 sedas dispuestas en columna en la parte media-distal del telopodito y otras dos sedas en su



Fig. 8. Detalle de las sedas del último telopodito de la maxila I en el macho A9A.

Fig. 8. Detail from the setae of the last telopodite of maxilla I of the male A9A.



Fig. 9. Detalle de las sedas del último telopodito de la maxila II en el macho A9A.

Fig. 9. Detail from the setae of the last telopodite of maxilla II of the male A9A.

cara ventral del telopodido izquierdo y una en el derecho. Ambos telopoditos con un sensilo de tipo Blase Borsten, en su cara ventral, sobre el margen distal articular, hacia la cara externa, como en la hembra.

Segundo artejo del telopodito unas 3.55 veces más corto que la longitud del borde rostral de la coxa y con 10 sedas; de las cuales, dos de ellas están dispuestas en su cara dorso-lateral externa y una en la cara dorso-lateral interna.

En la parte distal interna de su cara ventral se aprecian 3 sensilos pequeños de tipo microtrichoidea, con un tamaño que varía entre las 4 a 4.9 micras de longitud y dispuestos en 2 filas; 1 fila de 2 casi en el margen distal articular y otra fila de uno, ligeramente retrasado con los anteriores.

En la parte distal de la cara dorsal, del telopodito II, cerca del margen, se pueden observar sensilos basicónicos de pared gruesa, en un número desigual en un lado o en el otro; 2 sensilos en el derecho y 4 en el izquierdo, dispuestos en una única fila y con unas medidas que oscilan entre las 14 a 19 micras de longitud (Fig. 17).

La cerda pequeña plumosa que se observa en la hembra en este telopodito, está ausente en el macho.

El último artejo del telopodito es unas 2.82 veces más corto (sin contar la uña apical) que la longitud del borde rostral de la coxa, con un número desigual de sedas simples; 27 en el izquierdo y 31 en el derecho. La parte lateral interna cuenta con un número desigual de sedas plumosas (Fig. 9); 19 en el derecho y 16 en el izquierdo.

Sensilos con el mismo número y distribución que en la hembra, la uña apical también es igual que en la hembra. En su lado ventral cerca de la base de la uña apical, se observa un sensilo cónico.

Mandíbulas con nueve láminas de acículas de tipo bipinnulata; con un número de pinnulas que varía entre 10-13 en la lámina exterior, a 23 pinnulas en las más interiores, sobre los bordes anteriores y posteriores del margen de las mismas (Fig. 10 izquierda).

Cerdas ramificadas con la misma distribución y forma que en la hembra.

La composición del número de dientes que hay en la mandíbula también es desigual, pues en la derecha hay 4 pares y en la izquierda 5. Este quinto par está situado en el margen superior del pulvillus de este par, el diente que está situado en el lado del margen gnathal, presenta una forma redondeada (lingual) y con un dentículo en su arista externa, también se observan dentículos accesorios en el, pero en menor número que en la hembra (Fig. 10 derecha).

Segmento genital y gonopodio

Esternito del primer segmento genital dividido longitudinalmente y con el margen posterior-mediano cóncavo. En su superficie presenta 8+8 sedas. Prácticamente no existe puntuación ni poros sobre la superficie de este segmento.

Gonopodio del macho constituido por cuatro segmentos, contando con el proceso terminal en forma de flagelo. El artejo basal con 7 sedas el derecho y 5 en el izquierdo,

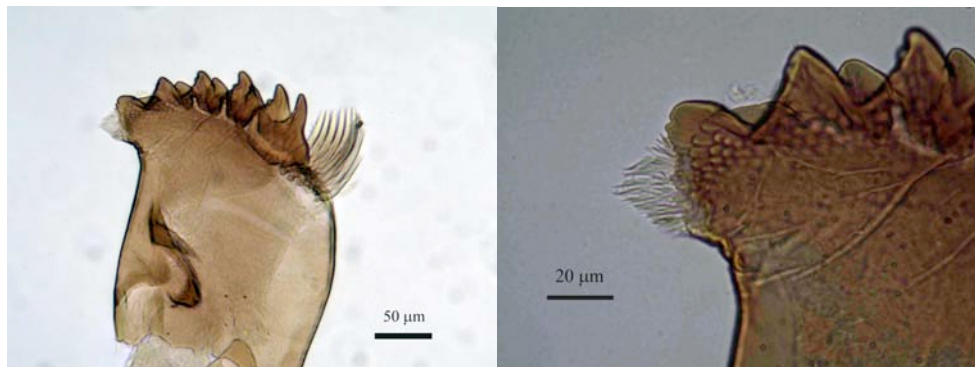


Fig. 10. Mandíbula del macho A9A (izquierda). Detalle del pulvillus en la mandíbula izquierda del ejemplar macho A9A (derecha).

Fig. 10. Mandible of the male A9A (left). Detail of the pulvillus of the left mandible of the male A9A (right).

el segundo con 4 sedas y el intermedio con 4. El flagelo del proceso terminal es tan largo como la suma de los tres segmentos anteriores, con la misma anchura en su base que el extremo apical del segmento intermedio y en forma cónica, esta posteriormente se va volviendo más estilizada y alargada hacia su ápice; sobre la superficie de la misma podemos observar unos 4 dientes dispuestos sobre el margen lateral ventral externo (Fig. 11).

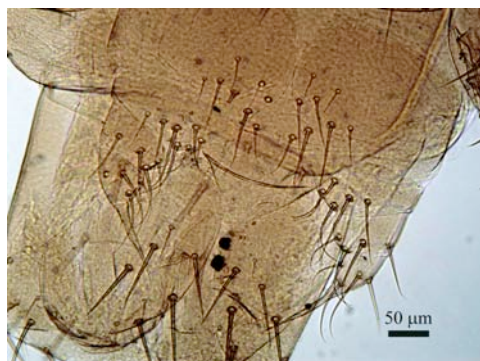


Fig. 11. Gonopodio del ejemplar macho A9A.

Fig. 11. Gonopode of the male A9A.

Poros coxales

Poros coxales de los cuatro pares últimos de patas en número de 3_{P.12}, 3_{P.13} derecha y 2_{P.13} izquierda, 3_{P.14} y 2_{P.15} poros.

Macho 111210-1

Ejemplar ♂ 111210-1 con una longitud del cuerpo de 7.43 mm y una anchura en el T.10 de 0.90 mm. La cabeza un poco más ancha que larga (0.91: 0.90 mm.). Sus antenas son largas con una longitud de unos 3.87 mm y constituidas por 28 antenómeros (Fig. 12).

Ápice del clípeo con 6 sedas dispuestas en dos filas; con la configuración de 3,3 sedas. Área media del clípeo con 10 sedas de diferentes tamaños dispuestas en 4 filas; dispuestas con el orden de 1+0, 4, 0+1, 4 sedas. La parte media del labio del clípeo con el mismo número de sedas que en la hembra y el otro macho (Fig. 13).

Maxilas y mandíbulas

El proceso coxal de la maxila I, de forma igual que en los anteriores, pero con solo 4+4 sedas simples y 2+2 sedas plumosas

(Fig. 14); En la parte dorsal interna del proceso derecho, hacia su mitad, existe una seda, estando ausente en el otro lado. Entre el proceso de la coxa y el telopodito hay un grupo de 4+4 sensilos microtrichoidea. El coxoesternito presenta en su parte central media al lado de la línea de escotadura interna 1+1 seda.

El telopodito de la maxila I con 11+14 cerdas plumosas a lo largo del margen interior y unas 9+9 sedas simples a lo largo de la membrana del margen interior (Fig. 15). En la cara ventral se pueden observar 20+21 de sedas simples y en el margen dorso-lateral externo se hallan 2 sensilos cónicos pequeños.

Coxoesternito de la maxila II con 6+5 sedas a lo largo de su borde rostral y

dispuestas en 2 filas no muy bien definidas (Fig. 16).

Telopodito I de la maxila II, con una proporción aproximada de 1.5 veces más corto que la longitud del borde rostral de la coxa con 5 sedas dorso-laterales externas el izquierdo y 4 el derecho y una dorso-lateral interna, con el mismo número de sedas en su cara dorsal que en el otro macho y la seda ventral como en la hembra y el sensilo como el otro macho y la hembra.

Segundo artejo del telopodito es unas 3.24 veces más corto que la longitud del borde rostral de la coxa. Sensilos de tipo microtrichoidea en el margen ventral interno hacia su parte distal, con el mismo número y disposición que en el otro macho y en la hembra.



Fig. 12. Habitus dorsal del ejemplar macho 111210-1.

Fig. 12. Habitus in dorsal view of the male 111210-1.

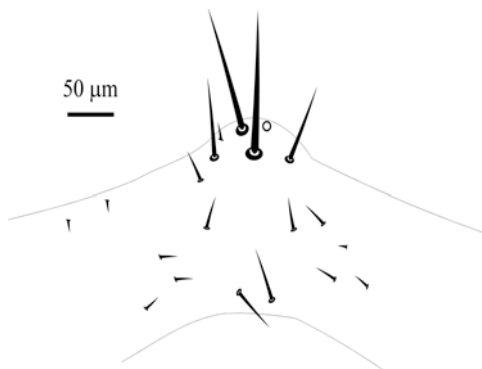


Fig. 13. Sedas del clípeo en el macho 111210-1.
Fig. 13. Clypeal area of male 111210-1.

Los sensilos basicónicos de pared gruesa con el mismo número, disposición y forma que en la hembra. En la cara dorsal presenta 2 sedas, así como en el margen lateral externo y una en el interno, sobre su superficie ventral se pueden observar 4 sedas en el segmento de la izquierda y 3 en el derecho.

Último artejo del telopodito unas 3 veces más corto que la longitud del borde rostral de la coxa. El número de sedas simples sobre su superficie y de sedas de tipo plumosa es desigual; 23 simples y 18 plumosas en el segmento derecho y otras 24



Fig. 14. Proceso coxal de la maxila I en el macho 111210-1

Fig. 14. Coxal process of the maxilla I of the male 111210-1.

simples con 15 plumosas en el izquierdo. En su cara ventral también se puede observar un sensilo cónico con la misma distribución que la hembra y el otro macho.

Los sensilos de tipo microtrichoidea del largo del margen lateral externo, junto a la columna de sedas plumosas, con la misma disposición que en la hembra y el otro macho, pero 5 en el segmento derecho y 4 en el izquierdo.

Mandíbulas con ocho láminas de acículas de tipo bipinnulata; el número de pinnulas es similar al otro ejemplar macho y hembra.

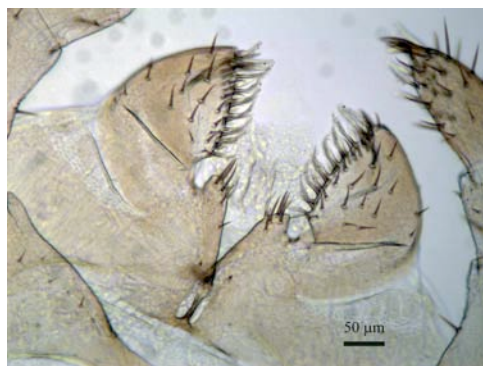


Fig. 15. Maxila I en el macho 111210-1.
Fig. 15. Maxillae I of male 111210-1.



Fig. 16. Maxila I y II, en el ej. macho 111210-1.
Fig. 16. Maxillae I and II of male 111210-1.

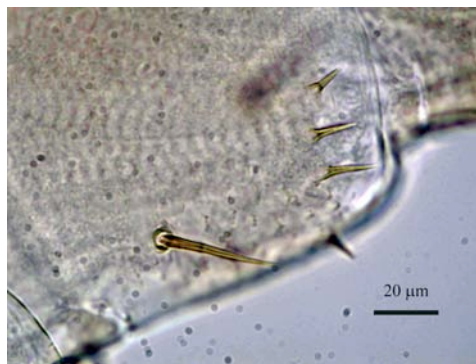


Fig. 17. Sensilios basicónicos macho 111210-1.
Fig. 17. Basiconic sensilla of male 111210-1.

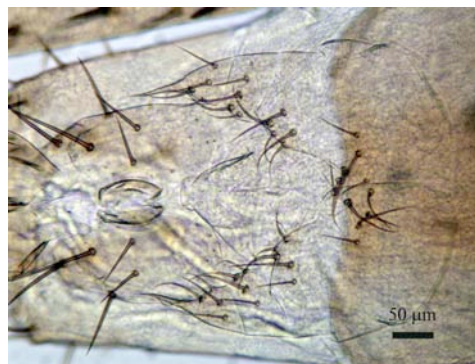


Fig. 18. Gonopodio del macho 111210-1.
Fig. 18. Gonopode of the male 111210-1

El número de dientes que componen las mandíbulas es de 5 pares en la izquierda; el de la mandíbula derecha lo tapa la pieza lateral del labro, siendo imposible establecer el número de dientes. Este quinto par está situado igualmente y con la misma forma como en la hembra y el otro macho.

Segmento genital y gonopodio

Esternito del primer segmento genital igual que el macho A9, pero con un número menor de sedas en su superficie (5+6). Segmento basal del gonopodio con 5+5 sedas, el segundo segmento y el intermedio con el mismo número de sedas que en macho A9. El proceso terminal o flagelo, aunque con la misma forma que en A9 es más corto; y aproximadamente un poco más largo que el segmento intermedio (Fig. 18).

Poros coxales y P.15

Coxas de las patas P.12 a la P.15 con 2 poros redondos cada una, salvo la P.14 derecha que tiene 3 poros.

P.15 largas y gráciles, con una longitud aproximada a la mitad del cuerpo, siendo los porcentajes de longitud de los artejos de las mismas los siguientes:

Fémur x cabeza = 58.03% ; tibia x cabeza = 67.93%; tarso (1+2) x cabeza = 109.1%; tarso 1 x cabeza = 61.02%; tarso 2 x cabeza = 48.10%; tarso (1+2) x fémur = 77.75%; tarso 1 x fémur = 43.47%; tarso 2 x fémur = 34.27%.

Agradecimientos

Dedicamos este trabajo a la memoria de Jaume Damians, entusiasta naturalista, espeleólogo y gran amigo, con quien compartimos muchos días de campo y de discusión científica y que legó todo su material científico al *Museu de la Naturalesa de les Illes Balears-Societat d'Història Natural de les Balears* (MNIB-SHNB).

El ejemplar ♂ 111210-1 de Can Llunes, ha sido capturado con la autorización y con referencia CAP130/2010 de la Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat de las Illes Balears; agradecemos a Iván Ramos la gestión del permiso, así como por la ilusión que comparte con nosotros por el conocimiento y conservación del patrimonio biológico de nuestras islas.

A Julián Vadell por su ayuda, paciencia y apoyo técnico prestado a la hora de recolectar el ejemplar de Can Llunes.

A D. Juan Antonio Zaragoza (Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante) por las sugerencias en la revisión del primer esbozo del manuscrito.

Bibliografía

- Attems, C. 1928. The Myriapoda of South Africa. *Annals of the South African Museum*, 26: 1-431.
- Bellés, X. 1987. *Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibèrica i les Illes Balears*. Monografies Científiques 4, CSIC – Ed. Moll, 207 pp.
- Bellés, X., Damians, J. y Pretus, J. Ll. 1989. «MINOR-87»: Una campanya Biospeleològica a Menorca. *Endins*, 14-15: 69-75.
- Bonato, L., Edgecombe, G.D., Lewis, J.G.E, Minelli, A., Pereira, L.A., Shelley, R.M., Zapparoli, M. 2010 A common terminology for the external anatomy of centipedes (Chilopoda). *ZooKeys* 69 : 17 –51.
- Chamberlin, R. V. 1951. On Chilopoda collected in North-East Angola by Dr. A. de Barros Machado. *Publicações culturais da Companhia de diamantes de Angola* 10: 97-111.
- Demange, J. M. 1958. Contribution à la connaissance de la faune cavernicole de l'Espagne (Myriapodes, Chilopodes: Lithobioidea). *Speleon*, 9 (1-2): 27-49.
- Demange, J.M. 1961. Faune cavernicole et endogée de l'île de Minorque; Mission H. Coiffait et P. Strinati 1958). 7. Myriapodes. *Biospeologica LXXX. Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 99: 277-288.
- Demange, J. M. 1968. Myriapodes chilopodes du Gabon. *Biologia Gabonica*, 4: 281-294.
- Eason, E.H. 1975. On Lithobiidae from Majorca with a description of new species of Lithobius (Chilopoda: Lithobiomorpha). *Journal of Natural History*, 9: 445-456.
- Eason, E.H. 1992. On the taxonomy and geographical distribution of the Lithobiomorpha. *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck Supplement*, 10: 1-9.
- Edgecombe, G. D. 2001. Revision of Paralamyctes (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae), with six new species from eastern Australia. *Records of the Australian Museum*, 53(2): 201-241.
- Edgecombe, G.D. 2004. Monophyly of Lithobiomorpha (Chilopoda. New characters from the pretarsal claws. *Insect Syst. Evol.*, 35: 29-41.
- Edgecombe, G. D. y Giribet, G. 2003. A new blind *Lamyctes* (Chilopoda: Lithobiomorpha) from Tasmania with an analysis of molecular sequence data for the Lamyctes-Henicops group. *Zootaxa*, 152: 1-23.
- Edgecombe, G. D. y Giribet, G. 2004. Adding mitochondrial sequence data (16S rRNA and cytochrome *c* oxidase subunit I) to the phylogeny of centipedes (Myriapoda: Chilopoda. an analysis of morphology and four molecular loci. *J. Zool. Syst. Evol. Research*, 42: 89-134.
- Edgecombe, G. D., Giribet, G. y Wheeler, W.C. 2002. Phylogeny of Henicopidae (Chilopoda: Lithobiomorpha. a combined analysis of morphology and five molecular loci. *Systematic Entomology*, 27: 31-64.
- Gadeau De Kerville, H. y Latzel, R. 1886. Les Myriopodes de la Normandie (2e liste) suivie de diagnoses d'espèces et de varétés nouvelles (de France, Algérie, et Tunisie). *Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen* 1885 (2): 165-177.
- Hollington, L. M. y Edgecombe, G. D. 2004. Two new species of the henicopid centipede Henicops (Chilopoda: Lithobiomorpha) from Queensland and Victoria, with revision of species from Western Australia and a synoptic classification of Henicopidae. *Records of the Australian Museum*, 56: 1-28.
- Lewis, J. G. E. 1981. *The biology of centipedes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Minelli, A. 2006. A world catalogue of centipedes (Chilopoda) for the web. <http://chilobase.bio.unipd.it/>

- Negrea, St. y Matic, Z. 1973. Chilopodes cavernicoles et endogés de l'île de Majorque. Mission biospéologique Constantin Dragan (1970-1971). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 18: 21-39.
- Serra, A. 1980. *Contribución al conocimiento de los Lithobiomorpha (Chilopoda) de la Península Ibérica*. Dept. Zool. Univ. Barcelona. Tesis doctoral. 356 pp.
- Serra, A. 1983. Contribució al coneixement de la fauna cavernícola (Chilopoda, Lithobiomorpha) de les Balears. *Speleon*, 26-27: 33-38.
- Serra, A. 1986. Contribución al conocimiento de *Lithobius clarki* Eason, 1975 (Chilopoda, Lithobiomorpha). *Publicaciones del Departamento de Zoología Universidad de Barcelona*, 12: 71-75.
- Vadell, M. 2007a. Datos sobre los quilópodos *Lithobius vivesi* Serra, 1983 y *Lithobius piceus tabacarui* Negrea y Matic, 1973 (Chilopoda: Lithobiomorpha), localizados en el Clot des Sero (Calvià, Mallorca). *Endins*, 31: 179-183.
- Vadell, M. 2007b. *Lithobius hispanicus* Meinert, 1872 (Chilopoda: Lithobiomorpha), primera cita para las Islas Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 249-256
- Vadell, M. 2009. *Lithobius hispanicus* Meinert, 1872 A: Bioatles. Palma: Conselleria de Medi Ambient. 4ta edició. Govern de les Illes Balears.
- Vadell, M. y Martínez, M. 2011. Sobre algunos quilópodos de de Son Real (Santa Margarita, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 54. In press.
- Vadell, M., Zaragoza, J.A., Barceló, M.A. y Crespi, D. 2005. Aportaciones al conocimiento de la fauna cavernícola en el conjunto de las Coves del Pilar (Palma, Mallorca). *Endins* 27: 75-92.
- Vadell M., Zaragoza J.A., Jordana R., Garcia, Ll., Gràcia F. y Clamor B. 2006. Nuevas aportaciones al conocimiento de la fauna cavernícola terrestre de las Coves del Pirata, Cova des Pont, Cova de Sa Piqueta y la Cova des Xots. *Endins*, 29: 75-98.
- Verhoeff, K. W. 1924. Über Myriapoden von Mallorca und Ibiza (Zugleich 100. Diplopoden-Aufsatz.). *Entomologisk tidskrift*, 45: 99-109.

El rebliment sedimentari de la galeria del Tragus a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)

Joan J. FORNÓS, Joaquín GINÉS, Antoni MERINO i Pere BOVER

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Fornós, J.J., Ginés, J., Merino, A. i Bover, P. 2010. El rebliment sedimentari de la galeria del Tragus a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 179-192. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

La presència d'un important jaciment de *Myotragus* associat a un rebliment sedimentari format per llims i arenes a la Galeria del Tragus, localitzada en la part més interna de la cova des Pas de Vallgornera, ha dut a la descripció i anàlisi sedimentològica de la seqüència sedimentaria que inclou les restes paleontològiques. Aquesta seqüència està formada per una base arenosa interpretada com a de procedència eòlica, la qual cosa implicaria una clara obertura de la cavitat en el moment de la seva deposició, que està recoberta per dipòsits argilosos de decantació i materials llimosos dipositats per escorrentia. El conjunt indica la transició des d'unes condicions climàtiques àrides i fredes a un episodi més humit i càlid, tot això en un context cronològic probablement del Pleistocè inicial.

Paraules clau: *Myotragus, sediments eòlics, dipòsits de cova, Mallorca.*

THE SEDIMENTARY INFILLING OF TRAGUS GALLERY AT COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR, MALLORCA). The presence of an important fossiliferous site of *Myotragus* associated with a sandy and silty sedimentary infilling in the Tragus gallery at the innermost part of the gova des Pas de Vallgornera, has led to the description and analysis of the sedimentary sequence that includes the paleontological remains. This sequence includes a sandy basement interpreted as to have an eolian origin, which would imply a clear opening of the cave at the time of his deposition. These sands are covered by decantation clay and silts deposited by runoff. The set indicates the transition from cold and arid climate conditions to an episode more humid and warmer, in a chronological context corresponding presumably to early Pleistocene.

Keywords: *Myotragus, eolian sediments, cave deposits, Mallorca.*

Joan J. FORNÓS i Joaquín GINÉS, *Karst and Littoral Geomorphology Research Group, Universitat de les Illes Balears, Crta. Valldemossa, km 7,5; 07122 Palma (Mallorca), email: joan.fornos@uib.cat.* Pere BOVER, *Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, UIB-CSIC), C/. Miquel Marquès, 21, 07190 Esporles (Mallorca).* Antoni MERINO, *Grup Espeleològic de Llubi, Federació Balear d'Espeleologia, Palma (Mallorca).*

Recepció del manuscrit: 05-set-2010; revisió acceptada: 30-des-2010

Introducció

La presència de sediments dins de les coves litorals mallorquines és força freqüent, essent nombrosos els treballs publicats en els quals són investigats

aquests dipòsits de forma parcial (Gràcia *et al.*, 2003; 2005; 2006; 2007, entre d'altres) o bé exclusiva (Fornós *et al.*, 2009). Els sediments observats corresponen a rebliments procedents principalment de la infiltració de materials superficials

mitjançant l'escorrentia, com succeeix a la Cova Genovesa o la des Coll (Gràcia *et al.*, 2003; Gràcia *et al.*, 2005), a més d'alguns processos autogènics com a la Cova de sa Gleda (Gràcia *et al.*, 2007) o al Sistema Pirata-Pont Piqueta (Gràcia *et al.*, 2006), o també de les aportacions eòliques com, per exemple, en el cas de la Cova de s'Ònix (Ginés *et al.*, 2007) o de la Cova de sa Font (Egozcue, 1971), Cova de sa Bassa Blanca (Ginés i Ginés, 1974) o el Secret des Moix (Ginés, 2000).

La descoberta de la Galeria del Tragus, a la part més interna de la Cova des Pas de Vallgornera (Merino *et al.*, 2006), va permetre observar una gran quantitat de restes paleontològiques –entre elles un gran volum d'ossos, alguns en posició articulada al trespel·l de la galeria– va portar a pensar en l'existència d'una antiga entrada en aquest sector de la cavitat. Aquesta obertura, avui en dia tancada probablement per col·lapse, hauria fet possible l'entrada de restes d'aquests artiodàctils, sia per propi peu, sia per l'arrossegament per escorrentia superficial. La presència d'un rebliment sedimentari, de més de 2 m de potència, format per arenes, llims i argiles amb fragments de roca, que és l'objecte d'estudi del present treball, permet interpretar el medi de deposició i la història evolutiva d'una etapa d'aquesta part de la cavitat.

La Cova des Pas de Vallgornera

La Cova des Pas de Vallgornera es localitza a la Marina de Lluçmajor, al sud de l'illa de Mallorca, dins dels dipòsits tabulars post-orogènics del Miocè superior que conformen la plataforma estructural que dona lloc a la Marina de Lluçmajor. Aquí el Miocè superior presenta una alternança de nivells de calcarenites, calcarenites llimoses corresponents a fàcies

de lagoon i calcàries esculloses (Fornós i Pomar, 1983), on una elevada permeabilitat lligada a la variabilitat litològica (Ginés *et al.*, 2008) ha permès el desenvolupament d'una extensa xarxa espeleològica, amb una espeleogènesi lligada a la zona de mescla costanera així com a una alimentació de caràcter hipogènic (Ginés *et al.*, 2009; Fornós *et al.*, 2011).

La cova presenta una successió de sales que arriben al nivell freàtic on es desenvolupa un espectacular conjunt de galeries laberíntiques, que comuniquen amb una sèrie de grans sales d'esfondrament que mostren una clara alineació SE-NW (Merino *et al.*, 2008). A partir d'aquí, i en direcció NE, la cavitat presenta una sèrie de galeries de disposició paral·lela perfectament orientades de SW a NE, i disposades en dos nivells principals: un d'ells proper o per davall del nivell freàtic i un segon situat entre 8 i 11 m per damunt. Es tracta de conductes freàtics desenvolupats a favor d'una sèrie de fractures, que afecten als nivells llimosos carbonatats que es corresponen amb les fàcies del lagoon extern (Ginés *et al.*, 2008). La Galeria del Tragus correspon a l'acabament més septentrional d'una d'aquestes galeries, on apareix una notable acumulació de sediments fins marronencs-vermel·losos juntament amb dipòsits d'arenes carbonatades, els quals presenten mesclats abundants restes òssies de *Myotragus*. Estudis preliminars sobre les seves restes (Ginés *et al.*, 2009) indicarien que, per l'estadi evolutiu que presenten els seus ossos amb unes formes molt arcaïques, tractant-se, molt possiblement d'una forma intermitja entre *M. antiquus* i *M. kopperi* (Bover *et al.*, en premsa). Estudis de paleomagnetisme realitzats a la cova de Canet (Pons *et al.*, 1979) proporcionaren dates de 2,6 Ma per als nivells estratigràfics que contenen *M. antiquus* i 2,4 Ma per als

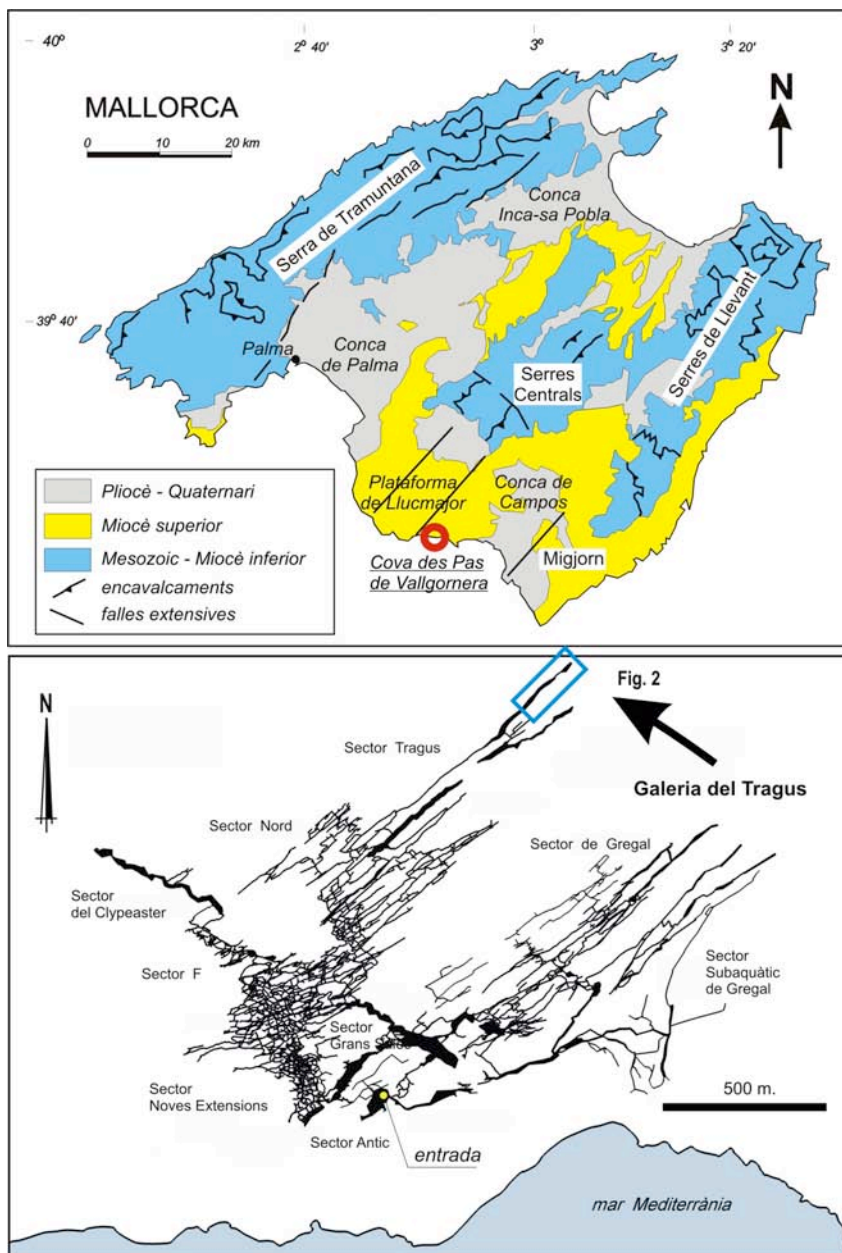


Fig. 1. Mapa geològic esquemàtic de l'illa de Mallorca amb la localització de la cova des Pas de Vallgornera i topografia simplificada amb indicació de la situació de la galeria del Tragus dins de la cavitat.

Fig. 1. Sketch of the geological map of the island of Mallorca with the cova des Pas de Vallgornera situation and simplified survey of the cave with the location of the galeria del Tragus.

que contienien una forma arcaica de *M. kopperi* (Alcover *et al.*, 1981). Aquestes datacions ens haurien de permetre ubicar cronològicament les restes paleontològiques trobades a la cova des Pas de Vallgornera entre 2,6-2,4 Ma, situant-los al que seria l'inici del Pleistocè segons la cronologia acceptada per la *International Union of Geological Sciences* (Gibbard *et al.*, 2010).

Metodologia

Un total de 14 mostres van ser recollides a mà en tres seccions estratigrà-

fiques al llarg del tram final de la localitzades al Galeria del Tragus (Fig. 2), per tal de descriure les característiques sedimentològiques dels diferents nivells observats. Un cop etiquetades i embossades van ser traslladades al laboratori on, després d'una primera descripció superficial i del seu rentat i posterior dessecació a l'estufa durant 24 hores a 105°C, les mostres amb poc o baix grau de cimentació (7) varen ser sotmeses a diverses anàlisis per tal d'obtenir les seves característiques texturals i de mida de gra així com de composició. De la resta se'n va fer una descripció visual amb l'ajuda de la lupa binocular.

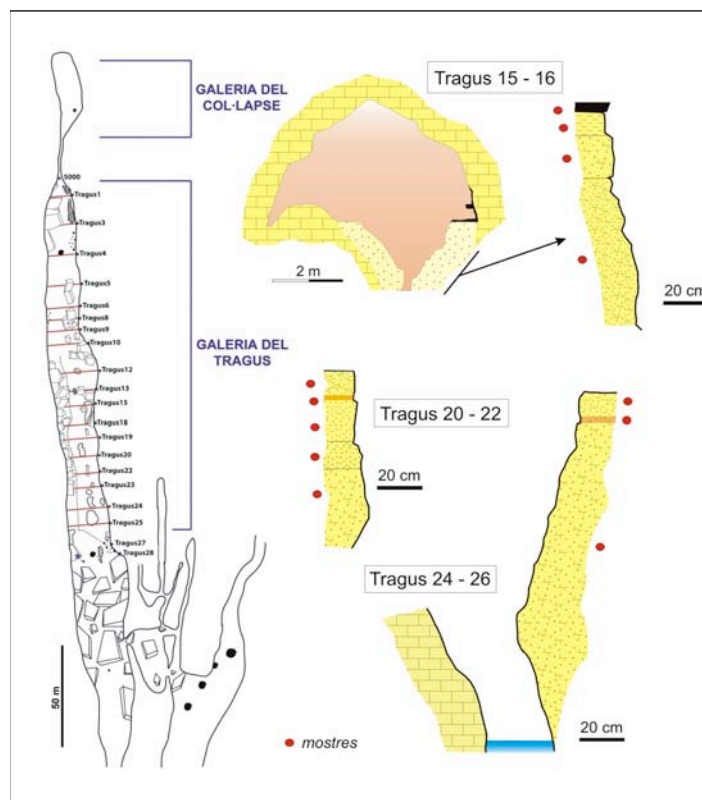


Fig. 2. Planta topogràfica de la Galeria del Tragus de la Cova des Pas de Vallgornera on hi són representades les diverses seccions realitzades en l'excavació paleontològica i la situació dels perfils estratigràfics. Veure situació a la Fig. 1. Planta topogràfica cortesia de la Federació Balear d'Espeleologia.

Fig. 2. Topographic survey of the Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera where the profiles used during the paleontological excavation are represented together with some schematic stratigraphical logs. See location on Fig. 1. Topographic survey courtesy of the Federació Balear d'Espeleologia.

Per a l'estudi granulomètric es va utilitzar un analitzador de mida de gra Beckman Coulter-LS. Amb les dades obtingudes es van calcular les corbes acumulatives i els histogrames de freqüències, a partir dels quals es van calcular els paràmetres estadístics descriptius. Per a la composició mineralògica, cada una de les mostres va ser polvoritzada i la seva pols, orientada a l'atzar, va ser introduïda dins un difractòmetre de raigs X, Siemens D-5000. L'anàlisi semi-quantitativa de cada mostra va ser realitzada utilitzant el software EVA ver-7.0 basant-se en les àrees dels pics obtinguts en els difractogrames. Algunes mostres seleccionades van ser observades amb un microscopi electrònic d'escandallatge (Hitachi S-3400N) equipat amb un detector d'EDX, Brucker X-Flash Detector 4020 per tal d'observar les seves característiques superficials i de composició elemental.

Resultats

Anàlisi de la mida de gra

Les dades principals de les anàlisis de la mida de gra en tota la seqüència que rebleix el final la Galeria del Tragus indiquen la presència de diversos nivells amb granulometria força diferenciada (Fig. 3 i Taula 1) que va des d'arenas de mida mitjana a fina, fins a argiles, passant per nivells llimosos amb bona classificació i nivells amb una textura força heteromètrica i amb classificació dolenta (Taula 2). Globalment es tracta de materials de gra molt fi, formats principalment per arenas molt fines i llims. La mida mitjana de gra és de 72,16 μm (arenas molt fines) i la mediana es correspon amb la fracció de llims gruixats (D50: 59,1 μm), amb una asimetria molt positiva d'un valor mitjà de

1,32. El percentatge textural dominant correspon a la fracció llims amb poc més del 43%; les arenas representen el 37% i les argiles hi són representades amb un 20%.

Anàlisi de la composició mineralògica

La composició mineralògica dels sediments és força comú (Fig. 4 i Taula 3). Hi predominen els minerals carbonatats i de composició silícia amb minerals de les argiles. Les dades semi-quantitatives obtingudes en les anàlisis per difracció dels sediments mostren valors mitjans en els carbonats com la calcita (39,66%; mínim 12,73%, màxim 64,57%) i la dolomita (7,41%; mínim 0,00%, màxim 15,48%), els silícics com el quars (39,45%; mínim 15,59%, màxim 73,43%), els feldspats (5,69%; mínim 2,70%, màxim 9,41%), i els minerals del grup de les argiles (7,78%) com la caolinita (2,38%; mínim 0,26%, màxim 3,16%), i la il·lita (4,72%; mínim 0,36%, màxim 7,01%).

La seqüència estratigràfica i les facies sedimentàries

La seqüència estratigràfica que s'observa al rebliment de la Galeria del Tragus presenta una potència màxima observable al voltant dels 2,5 m, essent força irregular i amb petites variacions laterals de potència (Fig. 2). A la figura 5 s'hi han representat de forma esquemàtica els principals nivells i unitats, cada un d'ells caracteritzat per una facies específica. La diferència en la presència percentual de la composició mineralògica així com de les variacions texturals en cada un dels nivells observats han permès diferenciar aquestes facies sedimentàries, que en línies generals mostren contactes poc nets i en alguns casos graduals.

La descripció de base a sostre de la seqüència és:

A - Sense observar-ne el contacte amb

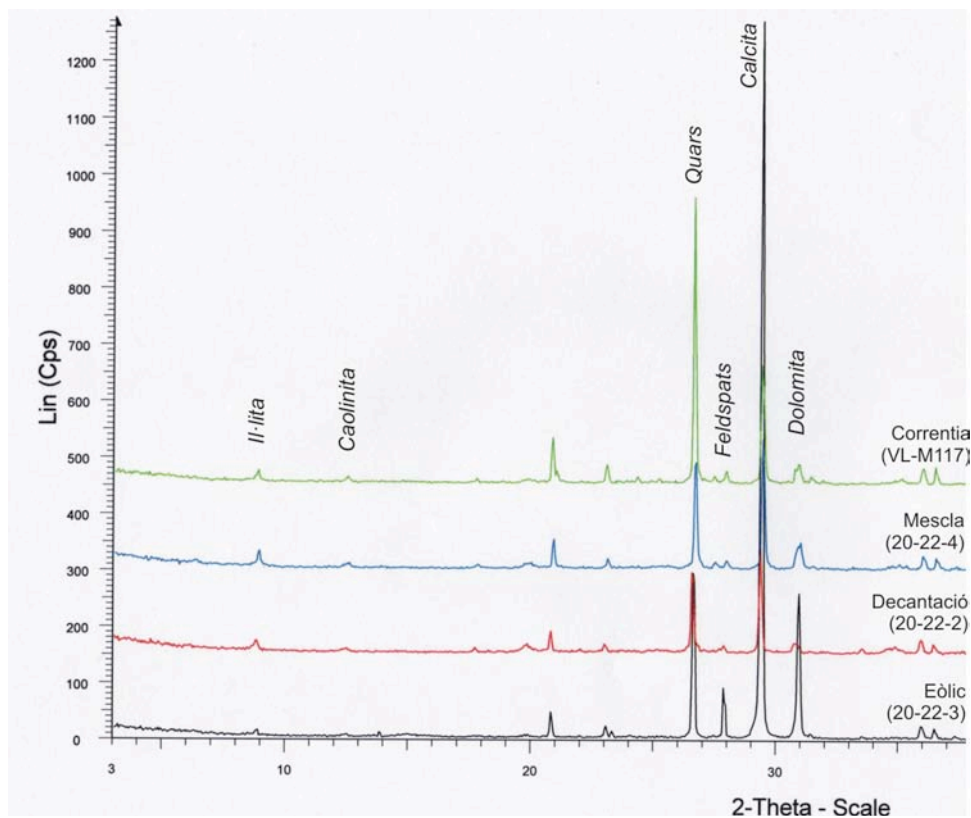


Fig. 3. Difractogrames de raigs-X de mostres representatives de les fàcies presents a la galeria del Tragus de la cova des Pas de Vallgornera.

Fig. 3. X-ray diffractograms from representative samples collected in the infillings of the galeria del Tragus in the cova des Pas de Vallgornera.

una altra unitat degut a la presència del nivell freàtic tenim un nivell d'arenas vermelloses-marrons que presenten un grau de cimentació molt elevat i la potència observable oscil·la entre 1 i 1,5 m. Aquest nivell és força homogeni sense mostrar cap tipus d'estructura sedimentària ni, aparentment tampoc, cap contingut fòssilífer.

B - Degut a diferències principalment en el grau de cimentació, de forma força neta es passa a un nivell d'arenas fines carbonatades marrons de 25 a 30 cm de potència que no presenta cap clara

laminació; només és observable una estratificació incipient donada per la variació en la mida de gra, amb una mitjana més grossa a la base (179,6 μm) que a sostre (139,80 μm), i pels diferents graus de cimentació que presenta al llarg de la columna. Es tracta d'arenas de gra fi amb una bona classificació (Taula 2) amb un valor mitjà de la mida de gra de 159,70 μm . Dins d'aquesta fàcies la presència d'arenas mitjanes pot superar el 20% i poden contenir fins a un 15% de la fracció llim i un poc més del 5% d'argiles de mitjana. La seva composició és principalment carbona-

Mostra	Grava (%)	Arena (%)					Llim (%)	Argila (%)	Interpretació
		VCS (%)	CS (%)	MS (%)	FS (%)	VFS (%)			
20-22-1	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	15,05	59,72	20,79	correntia
20-22-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	54,76	42,43	decantació
20-22-3	0,00	0,00	0,55	22,42	46,09	14,48	10,88	5,58	eòlic
20-22-4	0,00	0,00	0,00	0,00	6,69	13,60	50,51	29,20	mescla (eòlic-correntia)
VL-M115	0,00	0,00	1,53	11,29	34,83	26,55	19,07	6,75	eòlic
VL-M116	-	-	-	-	-	-	-	-	
VL-M117	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	14,72	66,57	17,96	correntia
mitjana	0,00	0,00	1,04	16,86	40,46	20,52	14,98	6,16	eòlic
mitjana	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	14,89	63,15	19,38	correntia
mitjana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	54,76	42,43	decantació
mitjana	0,00	0,00	0,00	0,00	6,69	13,60	50,51	29,20	mescla (eòlic-correntia)

Taula 1. Dades texturals percentuals i interpretació sedimentològica de les mostres de la Galeria del Tragus a la Cova des Pas de Vallgornera.

Table. 1. Percentual textural data and sedimentological interpretation of the samples collected at the Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera.

Mostra	mitjana (µm)	mediana (µm)	m/M	moda (µm)	S.D. (µm)	Skewness	Interpretació
20-22-1	34,34	18,42	1,86	28,70	39,00	1,44	correntia
20-22-2	12,79	5,42	2,36	4,44	17,21	1,98	decantació
20-22-3	179,60	172,20	1,04	185,40	113,60	0,53	eòlic
20-22-4	34,11	13,17	2,59	127,60	43,28	1,46	mescla (eòlic-correntia)
VL-M115	139,80	120,10	1,17	140,10	116,10	1,41	eòlic
VL-M116	-	-	-	-	-	-	
VL-M117	32,33	25,31	1,28	45,75	29,49	1,09	correntia
mitjana	159,70	146,15	1,10	162,75	114,85	0,97	eòlic
mitjana	33,34	21,87	1,57	37,23	34,25	1,27	correntia
mitjana	12,79	5,42	2,36	4,44	17,21	1,98	decantació
mitjana	34,11	13,17	2,59	127,60	43,28	1,46	mescla (eòlic-correntia)

Taula 2. Paràmetres estadístics texturals i interpretació sedimentològica de les mostres de la galeria del Tragus a la cova des Pas de Vallgornera.

Table. 2. Statistical textural parameters and sedimentological interpretation of the samples collected at the galeria del Tragus in the cova des Pas de Vallgornera.

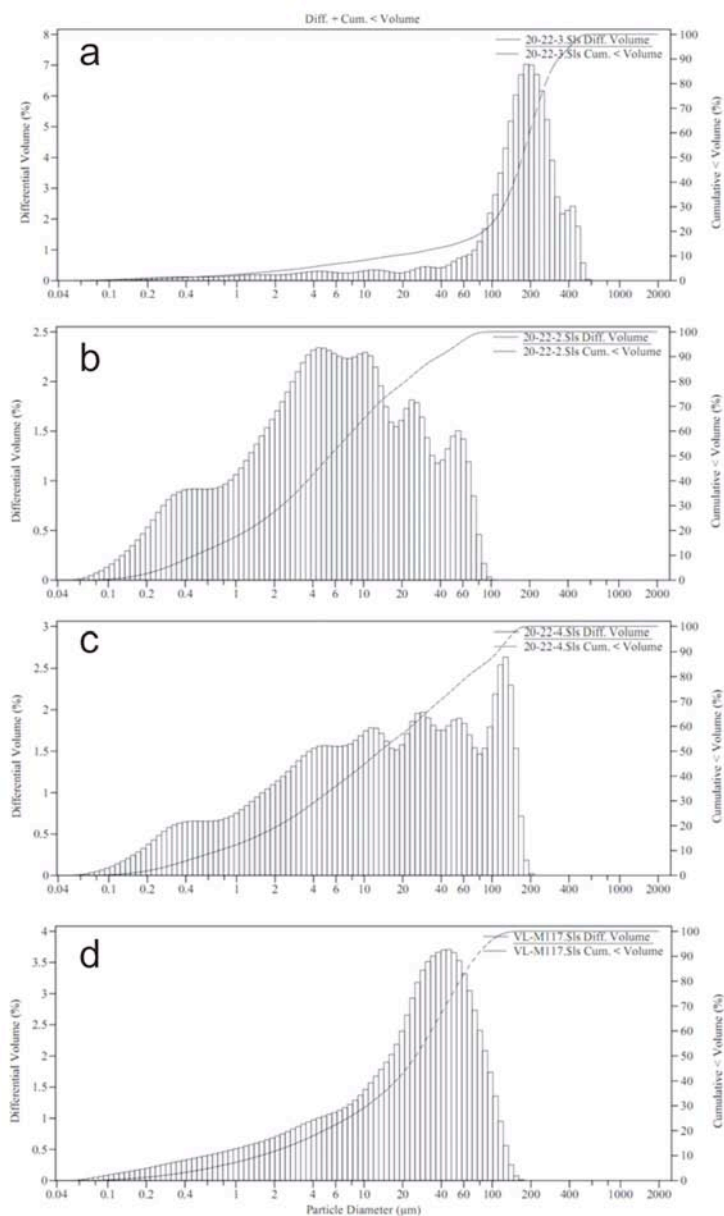


Fig. 4. Histogrames de freqüències i corbes acumulatives de mostres representatives de les facies presents a la Galeria del Tragus de la Cova des Pas de Vallgornera (**a**: eòlic; **b**: decantació; **c**: mescla; **d**: correntia).

Fig. 4. Frequency histograms and cumulative curves from representative samples collected in the infillings of the Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera (**a**: eolian; **b**: decantation; **c**: mixed facies; **d**: flow).

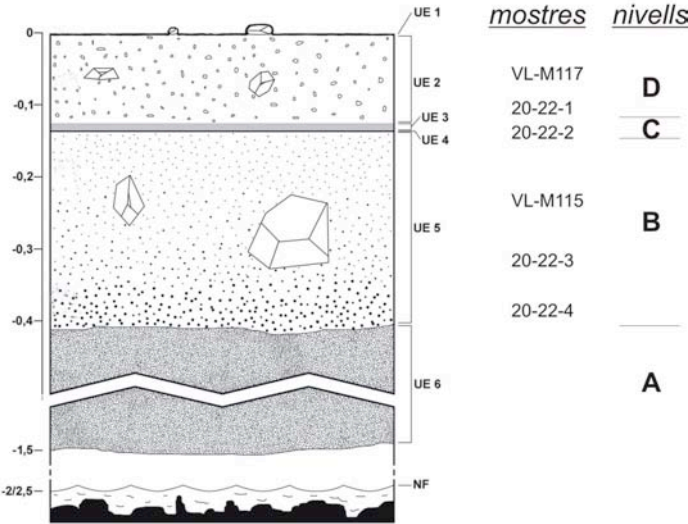
Mostra	Esmectita	Il·lita	Caolinita	Quars	Feldspats	Calcita	Dolomita	Interpretació
20-22-1	0,00	4,79	2,78	73,43	6,29	12,73	0,00	correntia
20-22-2	0,00	5,84	2,81	38,31	7,97	45,08	0,00	decantació
20-22-3	0,00	0,36	0,26	15,59	4,01	64,57	15,21	eòlic
20-22-4	1,08	7,01	2,49	35,86	9,41	44,15	0,00	mescla (eòlic-correntia)
VL-M115	0,00	4,00	2,39	36,12	2,70	41,54	13,24	eòlic
VL-M116	3,70	5,12	3,16	28,86	3,70	39,99	15,48	eòlic
VL-M117	0,00	5,91	2,80	48,00	5,78	29,57	7,93	correntia
mitjana	0,68	4,72	2,38	39,45	5,69	39,66	7,41	Total
mitjana	0,00	2,18	1,33	25,86	3,36	53,06	14,23	eòlic
mitjana	0,00	5,35	2,79	60,72	6,04	21,15	3,97	correntia
mitjana	0,00	5,84	2,81	38,31	7,97	45,08	0,00	decantació
mitjana	1,08	7,01	2,49	35,86	9,41	44,15	0,00	mescla (eòlic-correntia)

Taula 3. Valors mitjans de l'anàlisi semi-quantitativa dels components minerals i interpretació sedimentològica de les mostres de la Galeria del Tragus a la Cova des Pas de Vallgornera.

Table 3. Mean values of the semi-quantitative analysis of mineralogical components and sedimentological interpretation of the samples collected at the Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera.

Fig. 5. Representació estratigràfica esquemàtica de les diferents unitats presents al rebliment sedimentari de la Galeria del Tragus de la Cova des Pas de Vallgornera.

Fig. 5. Stratigraphical sketch of the units of the sedimentary infilling at the Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera.



tada, essent la calcita el mineral principal amb més d'un 50% de mitjana a la que s'hi ha d'afegir al voltant del 15% de dolomita. Els components silícics, que són dominants en la fracció més fina contenen quars amb un 25% de mitjana i feldspats amb poc més del 3%. La resta dels components corresponen al grup de minerals de les argiles (il·lita i caolinita, principalment) i que en cap cas superen el 3%. La forma dels grans d'arena mostra un bon grau d'arrodoniment i un cert poliment (Fig. 6). Aquesta fàcies inclou de forma puntual algun fragment angulós mida grava, palet o superior procedent de la caiguda gravitacional de fragments procedents de les parets de la cavitat. També conté algunes restes fossilíferes.

Les característiques texturals i la composició carbonatada (bioclàstica) de les arenès, així com el seu bon grau de classificació i la mitjana de la mida de gra d'arena fina, permeten interpretar aquestes arenès com a de procedència eòlica, dipositades a través d'una antiga obertura no massa llunyana. La manca d'estructures tractives, que no han estat observades, fa pensar en un emplaçament mediatitzat per processos d'escorrentia molt poc dinàmics, els quals no han jugat un paper important en la deposició global d'aquest nivell; tal vegada la posició del nivell freàtic – juntament amb la deposició per gravetat i els aportaments hídrics des de l'exterior – ha influït de manera decisiva en la deposició i dispersió d'aquests materials al·lòctons al llarg de gairebé dos centenars de metres de la galeria. Malgrat tot, intercalat en la part basal d'aquest nivell i relacionat amb els nivells que presenten una textura més grollera, tenim una fàcies que es pot denominar de mescla que se caracteritza per un grau molt baix de classificació. Es tracta de llims arenosos amb una elevada proporció d'argiles. La seva composició és

mixta silicicoclàstica-carbonatada formada per calcita amb més d'un 44%, quars que supera el 35%, menys del 10% en feldspats i més d'un 10% en minerals del grup de les argiles. La interpretació d'aquests nivells indicaria la remobilització i mescla de les arenès eòliques amb els materials fangosos corresponents a les aportacions externes detrítiques mitjançant l'escorrentia superficial procedent de la infiltració exterior.

C - La seqüència continua amb un petit nivell de concrecionament molt discontinu que dona pas a un nivell molt clar, entre un i dos centímetres de potència, amb un contacte net a la base i format per una fàcies de llims i argiles marrons. Presenta un grau mitjà de classificació i una presència testimonial (<3%) d'arenès molt fines. La seva composició està formada per calcita (>45%), quars (>38%), feldspats (7,9%) i minerals de les argiles (al voltant del 10%). Aquesta fàcies representa la inundació parcial de la cavitat amb la posterior decantació del material transportat en suspensió.

D - La seqüència que rebleix la part final Galeria del Tragus acaba amb una fàcies més grollera formada per llims arenosos vermellosos, que intercalen nivells amb un grau de classificació molt baix formats per llims (amb quasi un 60%), argiles (>20%) i arenès fines i molt fines (al voltant del 20%), amb altres molt ben classificats i formats quasi exclusivament per llims (>70%). La seva composició és principalment silícica amb més d'un 60% de contingut en quars (que puntualment pot superar el 70%); també hi ha calcita (20%) i argiles (10%). La dolomita i els feldspats també hi són presents en valors que oscil·len al voltant del 5%.

Aquesta fàcies també conté de forma esporàdica fragments heteromètrics i angulosos, mida grava o superior, de calcà-

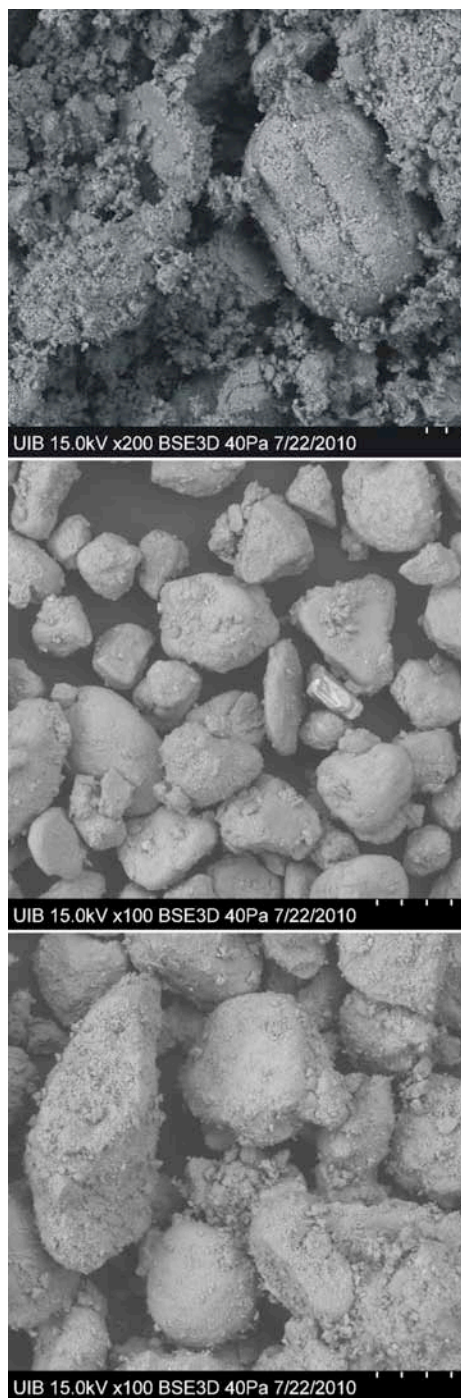


Fig. 6. Imatges de microscopia electrònica de mostres representatives de les fàcies més arenoses dels rebliments sedimentaris de la Galeria del Tragus de la Cova des Pas de Vallgornera: a) mostra 20-22-1; b) mostra 20-22-3; c) mostra 20-22-4.

Fig. 6. SEM images of representative samples from sandy facies collected at the Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera: a) sample 20-22-1; b) sample 20-22-3; c) sample 20-22-4

ries procedents de la caiguda gravitacional des de les parets de la cova. En aquest nivell es troba el màxim percentatge de restes fossilíferes de *Myotragus* i d'altres microvertebrats. La part més superficial presenta un lleuger concrecionament estalagmític discontinu, el qual també recobreix part de les restes osteològiques que es troben en superfície.

S'interpreta aquesta fàcies de llims arenosos vermells con a dipòsits d'infiltració dins de la cavitat aportats al seu interior per escorrentia superficial en moments de fortes precipitacions.

Discussió i conclusions

El conjunt de la seqüència sedimentària representada a la Galeria del Tragus de la Cova des Pas de Vallgornera està formada per dipòsits, sia d'arenes sia de fangs llimosos, que es poden considerar al·lòctons i per tant els classificaríem com a de fàcies d'entrada. Aquest fet indica la presència d'una clara obertura a l'exterior per la qual s'introduïrien els dipòsits arenosos eòlics primer, i les aportacions per escorrentia superficial després, fins el probable tancament de la cavitat per col·lapse de l'entrada (Galeria del Col·lapse, Fig. 2). La no presència d'una clara laminació ni d'estructures de corrent en els depòsits arenosos de procedència

eòlica fan pensar en una deposició tipus rampa afavorida per la gravetat. No obstant això, l'emplaçament subhoritzontal d'aquests dipòsits al llarg d'alguns centenars de metres de la galeria, pareix posar en evidència la deposició del conjunt de la seqüència sedimentària en un medi aquàtic, encara que de poc dinamisme. Nivells similars, en quant a composició i mida de gra, no així d'estructures, es troben en altres localitats normalment atribuïdes al Pleistocè superior com pugui ser per exemple a la Cova de s'Ònix (Ginés *et al.*, 2007). En el cas de la Galeria del Tragus, la no presència del component mineralògic d'aragonita en les arenes de composició bioclàstica aporta arguments per a una notable antiguitat del dipòsit.

La seqüència mostra un clar canvi en les condicions ambientals que aniria des d'un període d'aridesa i probablement fred (predomini de les arenes de procedència eòlica) fins a un interval molt més humit i probablement càlid en el qual l'increment de la precipitació afavoriria l'entrada de material al·lòcton per escorrentia superficial; aquests materials més fins procedirien, en la seva major part, del desmantellament del sòl edàfic que s'hauria desenvolupat en unes condicions climàtiques càlides i humides més favorables. En qualsevol cas, la simplicitat de la seqüència i la homogeneïtat de les unitats que la componen podrien indicar la seva deposició en una successió d'esdeveniments morfogènics rellevants, potser circumscrits i limitats en el temps.

La presència de restes paleontològiques amb *Myotragus* com les que es troben a la Galeria del Tragus són freqüents en les cavitats mallorquines litorals, tant si es troben en l'actualitat en medi freàtic com pugui ser el cas de la Cova Genovesa (Gràcia *et al.*, 2003) o en medi vadós com és el cas que ens ocupa de la Cova des Pas

de Vallgornera. Algunes de les restes es troben parcialment articulades, fet que sembla abonar també la presència una clara obertura a l'exterior per on entrarien per propi peu aquests vertebrats, o en tot cas amb molt poc transport horitzontal. La ubicació cronològica de la seqüència sedimentària se situaria en el Pleistocè inferior (al voltant dels 2,4 Ma), segons apunten les dades paleontològiques.

Agraïments

El present treball és una contribució als projectes de recerca finançats pel *Ministerio de Ciencia e Innovación – FEDER*, CGL2009-07392 i CGL2010-18616. Agraïm al personal dels Serveis Científicotècnics de la Universitat de les Illes Balears, Ferran Hierro i Joan Cifre, així com a Montse Guart del Laboratori de Sedimentologia de la Universitat de Barcelona, l'ajuda prestada en les tècniques emprades en l'anàlisi de les mostres de sediment. Agraïm a la Federació Balear d'Espeleologia, al Departament de Cultura i Patrimoni del Consell de Mallorca i a la Direcció General de Biodiversitat del Govern de les Illes Balears la seva ajuda en l'obtenció de les mostres analitzades en aquest treball. Un dels autors (PB) gaudeix d'un contracte JAE-DOC (CSIC).

Bibliografia

- Alcover, J.A., Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. 1981. *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Ed Moll. Ciutat de Mallorca. 265 pp.
- Egozcue, J.J. 1971. Estudio del cono de materiales alóctonos de la Cova de sa Font. *Speleon*, 18: 49-53.

- Fornós, J.J. i Pomar, L. 1983. El Mioceno superior de Mallorca: Unidad Calizas de Santanyí ("Complejo Terminal"). In: Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J.J., Rodríguez-Perea, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 83*. Institut d'Estudis Balearics. Universidad de Palma de Mallorca. 177-206. Palma.
- Fornós, J.J., Ginés, J. i Gràcia, F. 2009. Present-day sedimentary facies in the coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean). *Journal of Cave and Karst Studies*, 71 (1): 86-99.
- Fornós, J.J., Merino, A., Ginés, J., Ginés, A. i Gràcia, F. 2011. Solutional features and cave deposits related to hypogene speleogenetic processes in a littoral cave of Mallorca Island (Western Mediterranean). *Carbonates and Evaporites*, 26: 69-81.
- Gibbard, P.L., Head, M.J. i Walker, M.J.C., 2010. Subcomission on Quaternary Stratigraphy. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *J. Quaternary Sci.*, 25: 96-102.
- Ginés, A. i Ginés, J. 1974. Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del Cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 11-28.
- Ginés, J. 2000. *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- Ginés, J., Fornós, J.J., Trias, M., Ginés, A. i Santandreu, G. 2007. Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la Cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30.
- Ginés, J., Ginés, A., Fornós, J.J., Gràcia, F. i Merino, A. 2008. Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79.
- Ginés, J., Ginés, A., Fornós, J.J., Merino, A. i Gràcia F. 2009. On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: Klimchouk, A.B., Ford, D.C. (Eds), *Hypogene speleo-genesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1:91-99. Simferopol, Ukraine
- Gràcia, F., Jaume, D., Ramis, D., Fornós, J.J., Bover, P., Clamor, B., Gual, M.A. i Vadell, M. 2003. Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.
- Gràcia, F., Clamor, B., Jaume, D., Fornós, J.J., Uriz, M.J., Martín, D., Gil, J., Gràcia, P., Febrer, M. i Pons, G.X. 2005. La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- Gràcia, F., Clamor, B., Fornós, J.J., Jaume, D. i Febrer, M. 2006. El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- Gràcia, F., Fornós, J.J., Clamor, B., Febrer, M. i Gamundí, P. 2007. La Cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-Cents (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96.
- Merino, A., Mulet, A. i Mulet, G. 2006. La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilòmetres de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48.
- Merino, A., Mulet, A., Mulet, G., Croix, A. i Gràcia, F. 2008. La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): alcanza los 55 kilòmetres de desarrollo topográfico. *Endins*, 32: 33-42.
- Pons, J., Moyà, S. i Kopper, J.S. 1979. La fauna de mamíferos de la cova de Canet (Esporles) y su cronología. *Endins*, 5-6: 55-58.

Coastal meroplanktonic larval stages of peninsula de Llevant natural reserve determined with light traps

Ariadna TOR, Salud DEUDERO, Aina CARBONELL, Raquel GOÑI and Ben STOBART

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Tor, A., Deudero, S., Carbonell, A., Goñi, R. and Stobart, B. 2010. Coastal meroplanktonic larval stages of peninsula de Llevant natural reserve determined with light traps. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 193-202. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

The microscale spatial distribution of coastal zooplankton was studied during the month of June at the largest marine reserve of Mallorca: Peninsula de Llevant using light traps. The assemblage was characterized by the most abundant taxa being peracarida crustaceans, including isopods, cumaceans and amphipods. Decapoda larvae, especially brachyuran megalopa larvae, were also abundant with *Monodaeus couchii*, *Pinnotheres* sp., *Ebalia* sp. and specimens from Portunidae family as the most abundant species. Analyses of crustacean abundance between light traps indicated a vertical distribution on the water column, with lower abundance at surface traps and higher at bottom traps. No clear horizontal pattern in total crustacean abundance was found, except in megalopa larvae that showed a gradient in relation to the distance to coastline. Light traps have been corroborated as a valuable tool for sampling crustacean larvae and therefore to assess effects of protection on planktonic stages.

Keywords: larval stages, crustaceans, distribution, light traps, marine protected areas, Balearic Sea.

DETERMINACIÓ DELS ESTADIS LARVARIS DEL MEROPLANCTON COSTANER DE LA RESERVA MARINA DE LA PENÍNSULA DE LLEVANT AMB TRAMPES DE LLUM. Es va estudiar la distribució a micro-escala del zooplankton costaner de la major reserva marina de Mallorca: la Península de Llevant mitjançant l'ús de trampes de llum durant el mes de juny de 2009. La comunitat es caracteritza per una gran abundància de crustacis peracàrids, incloent isòpodes, cumacis i amfípodes. Les larves de decàpodes, especialment megalopes de braquiürs van ser abundants, amb *Monodaeus couchii*, espècies dels gèneres *Pinnotheres* i *Ebalia*, i espècies de la família dels portúnids com les més comunes. L'anàlisi d'abundància de crustacis en funció de les trampes de llum indica un patró de distribució vertical, amb abundàncies baixes a trampes superficials i altes a trampes profundes. No es va trobar un clar patró horitzontal, amb excepció de les larves megalopa que presentaven un gradient en relació a la distància de la línia de la costa. Les trampes de llum han demostrat ser una eina valuosa pel mostreig de larves de crustacis i per tant per avaluar els efectes de la protecció en les etapes planctòniques.

Paraules clau: estadis larvaris, crustacis, distribució, trampes de llum, àrees marines protegides, mar Balear.

Ariadna TOR, ariadna.tor@ba.iao.es; Salud DEUDERO; Aina CARBONELL; Raquel GOÑI; Centro Oceanográfico de Baleares, Instituto Español de Oceanografía, moll de ponent s/n, 07015 Palma; Ben STOBART, Port Lincoln Marine Science Centre, PO BOX 1511, Port Lincoln SA, 5606.

Recepció del manuscrit: 17-des-10; revisió acceptada: 30-des-10

Introduction

Marine communities are characterized by taxa having a wide range of reproductive patterns, ranging from species with direct development to species with larval stages spending a period of time in the plankton, from days to months, and estimated larval dispersal distances ranging from less than 1m to up to 4400km (Shanks *et al.*, 2003). Decapod larvae constitute an important part of the coastal zooplankton and play an important role on fish larval feeding. They undergo several pelagic larval stages, which varies from species to species, a primary zoea stages and a megalopa post-larval stage which is the transition between the planktonic larval phase and the benthic juvenile stage responsible for settlement (Abelló *et al.*, 1999). Unfortunately, larval stages and larval dispersal distances are known for only few species.

Several studies on coastal zooplankton assemblages' composition and distribution patterns have been conducted in recent years on the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean (González-Gordillo *et al.*, 2003). Balearic Sea has been the centre of several studies on zooplankton distribution (Fernández de Puelles *et al.*, 2003, 2004) at mesoscale levels, but there is a lack of knowledge at small spatial scales. Because of the potential dispersal role of larval stages, vertical distribution can be of particular importance to meroplanktonic larvae of benthic marine invertebrates. Most species with a planktonic larval phase in their life cycle undergo vertical migration. The phenomenon has been widely studied (Zaret *et al.*, 1976; Hays, 2003).

In most cases, vertical migration is related to lunar cycles or environmental changes, such as light cycles, in which plankton move towards light in response to

decreasing light intensity, away from light in response to increasing light intensity and disperse at constant light intensity (Tranter *et al.*, 1981). Hence, while many larval and juvenile stages of marine organisms are attracted to light (Deudero, 2002), factors such as temperature, pressure, salinity and current, can also affect vertical migration and larval behaviour (Forward, 1990).

Plankton nets have been largely used to collect larvae in studies of temporal and spatial patterns of crustacean larval distribution (Abelló *et al.*, 1999; Landeira *et al.*, 2009). Comparative studies of fishes using passive collecting methods, as plankton nets, often underestimate the abundance of taxa and larval stages with strong ability to swim in comparison with active aggregation methods, like light traps (Choat *et al.*, 1993). The traps, originally designed by Doherty (1987) have been extensively used and modified to suit in different ambients and studies (Meekan *et al.*, 2001; Hovda *et al.*, 2003). Because light traps have the potential to trap positive phototactic mobile zooplankton they can be considered as a good device for sampling marine invertebrates (Granek *et al.*, 2007).

In the present study, we investigated the spatial and vertical distribution of the nearshore meroplanktonic assemblages in the Peninsula de Llevant Marine Natural Reserve by applying to a passive collection method of using light traps. Marine protected areas (MPAs) have become a popular management tool in the Mediterranean Sea for preserving biodiversity or increasing fisheries yields (Palumbi, 2003). Moreover, the design and size of MPAs play an important role in the sustainability of protected populations, communities and ecosystems, but it requires understanding the larval import and export dynamics in order to improve marine protected areas management.

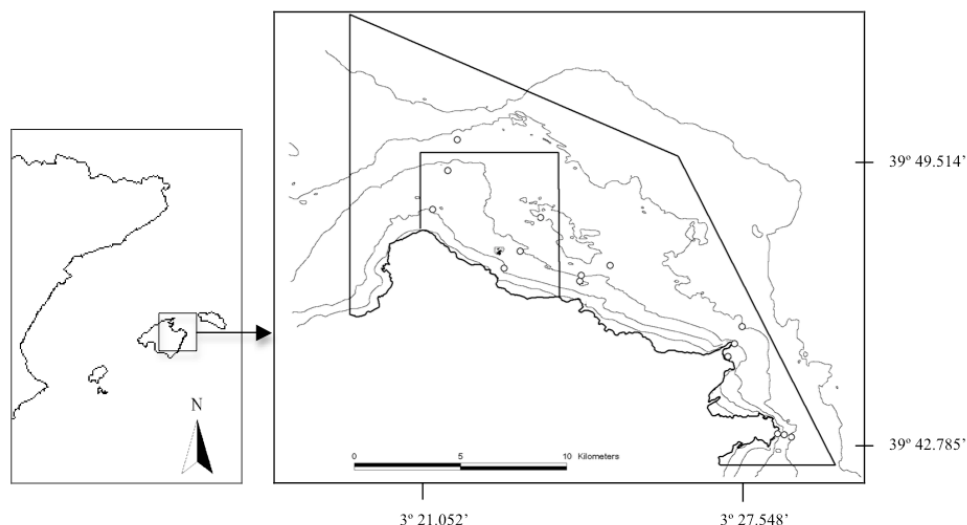


Fig. 1. Location of the sampled stations in Peninsula de Llevant marine reserve, Mallorca, Balearic Islands.

Fig. 1. Localització de les estacions de mostreig a la reserva marina de la península de Llevant, Mallorca, Illes Balears.

Methods

Study site

The fieldwork took place in and around the MPA of Cala Rajada at Mallorca Island during summer 2009 (Fig. 1).

The Cala Rajada MPA is located in the northeast coast of Mallorca Island (Balearic Archipelago), comprising a total protected area of 11,000ha with varied topography. The western part of the reserve is dominated by a uniform and extensive meadow of *Posidonia oceanica* adjoining well-structured and preserved coralligenous and maërl bottoms.

By contrast, the substrate in the eastern part is more fragmented, showing a combination of soft bottoms with scattered patches of *Posidonia oceanica*, precoral-ligenous and detritic shore bottoms, along with expanses of sand.

Field sampling

The field sampling took place from the 26th to 30th of June 2009. The area was divided into five transects perpendicular to the coast over the 20-40m isobaths. Samples were collected during the night, using light traps at three water depths, (2m from the bottom, mid water and 2m from the surface) forming a grid of 15 stations. Light trap design was based on that used in Granek and Fraiser (2007) (Fig. 2). The devices were constructed using inverted 20L clear plastic water containers, which had a PVC tube attached to the bottle mouth. This PVC piece was perforated and covered with a mesh of 220µm. The specimens had three entry points made through funnel-shaped openings pierced on the bottle sides, leading inwards to a 1cm diameter hole. 70 Cyalume Lightsticks ® suspended from the top of each trap inside the bottle were used as light source.

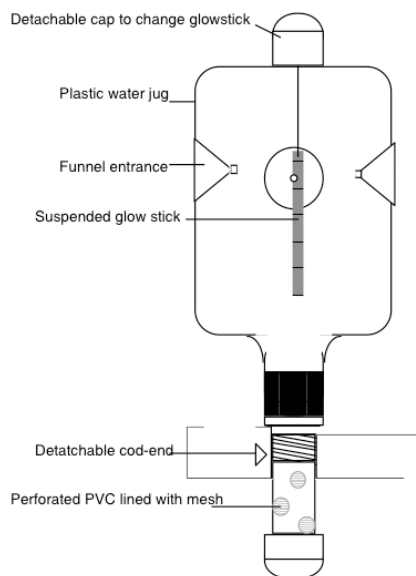


Fig. 2. Light trap design modified from Granek and Fraiser (2007).

Fig. 2. Disseny de la trampa de llum modificada de Granek i Fraiser (2007).

Samples were stored frozen for ulterior analysis. In the laboratory, the specimens were sorted, counted and identified using a binocular microscope. When possible all decapod larvae were identified to the lowest taxonomic level following the descriptions and identification keys given by Ingle (2002) and dos Santos & Gonzalez-Gordillo (2004). The samples showing very high densities were divided into subsamples using a Motoda Splitting Box (Motoda, 1959) and a Folsom Plankton splitter; those abundances were then referred to the initial volume.

Data analysis

Several analyses were carried out with the aim of detecting potential differences in vertical and horizontal abundance patterns.

Vertical distribution was tested using depth and position of light traps in the water column, while horizontal distribution was tested comparing the abundances inside the non-take area, where fishing and scuba diving are prohibited and outside the non-take area, where those activities are permitted. We also compared the western part of the marine reserve, characterized by a flat continental platform and *Posidonia oceanica* meadows, including the stations of Farrutx, Faralló d'Aubarca and Trinquet des moro; with the eastern part of the reserve, including stations of Capdepera and Cap des Freu, characterized by an abrupt platform and a variety of bottom, ranging from rocky and sandy bottoms to *Posidonia oceanica* meadows. For the analysis, non-parametric tests were carried out for two species group, crustacean taxa as a whole and megalopa brachyura only. The abundance data for each station were log-transformed to reduce the weight of dominant taxa and a Bray-Curtis similarity matrix was created assuming a cut-off at 90%. Subsequently, the similarity ordinations resulting from this data were represented graphically with non-parametric multidimensional scaling (MDS) plots. In order to test differences between samples, one-way analysis of similarities (ANOSIM) was performed. In addition, diversity values of specific richness, Shannon index (Shannon, 1963) and evenness values (Pielou, 1969) were determined for each marine reserve. All multivariate analyses were performed using the software package PRIMER© V6 (Primer-E Ltd, Plymouth, UK).

Results

Species composition

A total of 72855 epibenthic and meroplanktonic organisms belonging to 35 taxa were captured on the water column in the study area (Table 1); 98.74% from the total were crustaceans, while the remaining 1.26% included organisms of ictioplankton, Polychaete and Gastropoda.

The most abundant taxa was Isopoda, mostly from the family Gnathiidae (34.94%), followed by Copepoda (16.57%), Amphipoda (16.04%), Cumacea (12.14%)

and Decapoda larvae (14.34%). The remaining 10 taxa together represented the remaining 5.97%. Among the Decapoda larvae fraction, brachyuran was the most abundant group (66.30%), megalopa larval stages represented the 85.52 %, with *Monodaeus couchii* and specimens from the family Portunidae as the most abundant specimens.

Taxa	Farrutx		Trinquet des moro		Faralló d'Aubarca		Cap des Freu		Cap de Pera		TOTAL	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Ictioplankton	0,56	1,01	0,44	1,33	0,56	1,67	1,67	2,60	0,89	1,54	4,11	0,50
Phylum Anellida, Cl. Polychaete	11,56	10,78	15,00	16,73	59,11	65,12	5,67	6,36	6,44	11,49	97,78	22,44
Phylum Mollusca, Cl. Gasteropoda	0,11	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,05
O. Amphipoda (1)	91,44	141,44	191,22	311,42	44,44	71,02	763,89	1419,82	207,56	328,61	1298,56	289,94
SubO. Gammaridea	91,44	141,44	189,44	312,49	44,33	71,08	763,89	1419,82	207,56	328,61	1296,67	290,07
SubO. Caprellidea	0	0	0,22	0,67	0,11	0,33	0	0	0	0	0,33	0,10
SubO. Hyperidea	0	0	1,56	3,97	0	0	0	0	0	0	1,56	0,70
Cl. Copepoda (2)	28,89	43,27	31,56	51,06	20,56	24,89	650,56	956,11	609,33	1300,03	1340,89	330,59
O. Calanoida	27,56	42,56	31,56	51,06	20,56	24,89	650,56	956,11	609,22	1300,06	1339,44	330,81
O. Harpacticoida	1,33	2,83	0	0	0	0	0	0	0,11	0,33	1,44	0,59
O. Cumacea	180,44	467,54	319,11	505,23	74,89	128,33	270,56	454,69	138,11	204,22	983,11	98,71
O. Isopoda (3)	574,67	1428,40	238,33	437,94	327,33	705,67	939,44	1575,37	762,00	1120,59	2828,11	292,51
F. Gnathiidae	573,56	1425,81	238,33	437,94	314,78	701,69	939,44	1576,29	762,00	1109,62	2828,11	295,13
Cl. Ostracoda, O. Myodocopida	9,11	18,09	187,22	349,31	11,00	17,39	100,11	240,54	13,78	19,36	321,22	78,79
O. Euphausiacea	0	0	0,89	2,67	0	0	12,89	20,30	0,56	1,33	14,33	5,62
O. Mysidacea	11,00	18,39	65,78	97,76	33,78	33,17	20,44	21,59	1,67	2,83	132,67	24,95
O. Leptostraca	4,67	13,27	1,44	2,79	0	0	2,11	3,48	0,44	1,33	8,67	1,84
O. Tanaidacea	6,33	13,67	8,56	17,10	6,44	15,13	20,44	55,59	11,11	27,61	52,89	5,85
O. Stomatopoda	0,33	0,50	0,22	0,67	1,00	3,00	0,67	1,00	0	0	2,22	0,39
O. Decapoda (4)	66,56	121,50	34,00	33,53	93,67	133,98	718,89	784,62	247,67	231,56	1160,78	284,17
Zoea unidentified	1,22	2,64	3,00	7,16	2,44	1,88	5,67	10,71	24,00	27,14	36,33	9,49
InfraO. Anomura (5)	1,11	1,54	0,56	1,33	1,78	1,92	52,78	94,12	32,44	39,87	88,67	23,82
Zoea	0,22	0,67	0,33	0,71	0,11	0,33	5,78	11,19	0,56	1,33	7,00	2,45
Megalopa	0,89	1,36	0,22	0,67	1,67	1,94	47,00	84,27	31,89	39,50	81,67	21,77
InfraO. Brachyura (6)	62,33	117,21	28,00	25,25	86,78	126,26	584,44	588,60	181,00	187,43	753,00	228,50
Zoea	5,78	7,97	1,67	1,41	4,78	5,21	92,00	164,24	4,78	6,91	109,00	39,27
Megalopa unidentified	4,00	8,70	4,11	4,34	22,22	46,86	174,00	238,17	26,22	24,68	230,56	72,21
F. Leucosidae, <i>Ebalia</i> sp.	1,00	3,00	0,22	0,67	0,44	0,73	8,33	15,38	6,22	11,01	16,22	3,77
F. Majidae	0,22	0,44	0,22	0,67	0	0	32,67	66,22	1,56	3,68	34,67	14,40
F. Pinnotheridae, <i>Pinnotheres</i> sp.	0,11	0,33	0	0	0	0	5,33	7,40	1,56	3,13	7,00	2,30
F. Portunidae	8,11	23,96	1,22	2,73	1,78	2,59	10,78	29,45	0,33	0,71	22,22	4,69
F. Portunidae, SF. Polybiinae unidentified	29,22	85,05	5,44	7,70	12,56	19,34	51,00	86,89	79,22	107,69	177,44	30,09
F. Portunidae, SF. Polybiinae type 2	0	0	0,11	0,33	21,22	28,90	11,22	33,67	2,67	3,50	35,22	9,16
F. Portunidae, SF. Polybiinae type 3	1,56	3,94	1,56	3,97	0	0	14,22	26,84	0	0	17,33	6,06
F. Portunidae, SF. Polybiinae type 4	0,22	0,67	1,11	2,67	0	0	10,33	30,25	0,22	0,67	11,89	4,47
F. Portunidae, SF. Polybiinae type 5	0,56	0,88	0	0	0,22	0,44	0	0	0,44	1,33	1,22	0,25
F. Xanthidae, <i>Monodaeus couchii</i>	6,11	11,36	7,00	14,47	18,11	35,98	21,56	59,83	37,33	53,14	90,11	12,74
Phyllsoma, F. Scyllaridae, <i>Scyllarus</i> sp.	0	0	0	0	0,11	0,33	0	0	0,00	0,00	0,11	0,05
InfraO. Caridea (7)	1,89	2,67	2,44	5,20	2,67	6,91	76,00	167,07	10,22	22,44	93,22	32,25
Zoea	1,89	2,67	2,44	5,20	2,67	6,91	76,00	167,07	10,22	22,44	93,22	32,25
Unidentified	1,67	2,74	0,44	1,33	0	0	1,00	2,65	0	0	3,11	0,71
Total	8837		9800		6007		30217		17994		72855	

(1): total number of amphipods / (2): total number of copepods / (3): total number of isopods (4): includes zoea unidentified, InfraO. Anomura, Brachyura and Caridea

(5): total number of anomuran larval stages/ (6): total number of brachyuran larval stages

(7): total number of caridean larval stages

Taula 1. Taxonomic composition of organisms caught in Cala Rajada MPA during June 2009.

Table 1. Composició taxonòmica dels organismes presents a Cala Rajada MPA durant el juny de 2009.

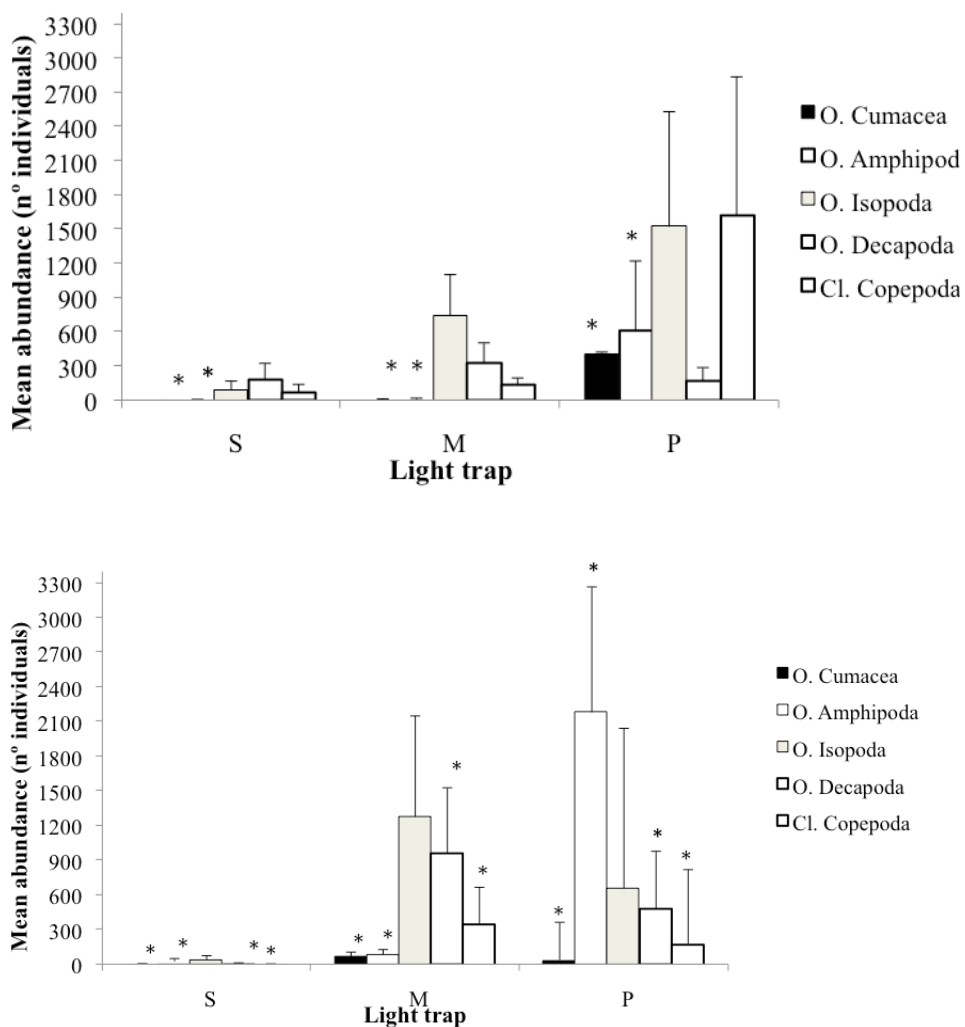


Fig. 3. Mean abundance of the main taxa caught on the water column in Cala Rajada's stations, Cap des Freu (Upper), Capdepera (Lower). (S: near-surface trap, M: mid-water trap, P: near-bottom trap). Vertical bars represents standard error; *, represents significant differences ($p < 0.001$).

Fig. 3. Abundància mitja dels principals tàxons capturats en la columna d'aigua en les estacions de Cala Ratjada, Cap des Freu (Superior), Capdepera (Inferior). (S:prop de la superfície, M: mitja aigua, P: prop del fons). Les barres verticals representen l'error standard; *, indica diferències significatives ($p < 0.001$).

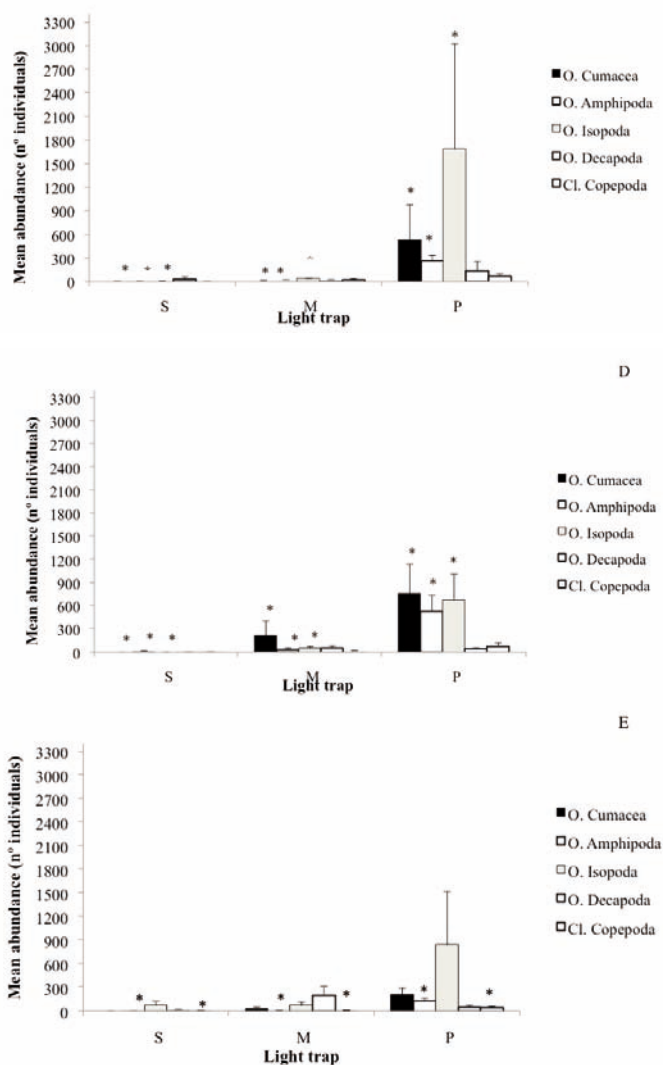


Fig. 3. Mean abundance of the main taxa caught on the water column in Cala Rajada's stations, Farrutx (Upper), Trinquet des Moro (Middle) and Faralló d'Aubarca (Lower). (S: near-surface trap, M: mid-water trap, P: near-bottom trap). Vertical bars represents standard error; *, represents significant differences ($p < 0.001$).

Fig. 3. Abundància mitja dels principals tàxons capturats en la columna d'aigua en les estacions de Farrutx (superior), Trinet des Moro (central) and Faralló d'Aubarca (inferior). (S: prop de la superfície, M: mitja aigua, P: prop del fons). Les barres verticals representen l'error standard; *, indica diferències significatives ($p < 0.001$).

Diversity values were calculated by depths in each station; diversity was slightly higher in western stations than in eastern stations, with an average of 1.62 and 1.46 in the Shannon index. In western stations diversity values increased with depth, with the exception of Faralló d'Aubarca, where diversity was higher at 30m. Eastern stations showed higher diversity values between 20 and 30 m.

Spatial variability

The analysis of the abundance of crustacean taxa, revealed a vertical distribution pattern with lower values in the near-surface traps and higher values in the near-bottom traps (Fig. 3a-3e). ANOSIM routine revealed that these differences were significant (Global $R=0.391$, $p=0.001$). Brachyuran megalopa were an exception, with higher abundance at mid-water traps. No significant differences were found when comparing the abundances between depths, although higher abundances were found at 40m. Regarding a possible horizontal pattern, bigger abundances were found out of the non-take area; moreover, the analysis suggested a decreasing gradient with higher abundance at stations near the coast and lower at further stations, but results were not significant.

Abundances of the most common taxa found in the water column are shown in Fig. 4. Surface traps showed highest abundances of decapods; mid-water of isopods and bottom samples of cumaceans, amphipods and copepods.

Discussion

Prior to this study, little was known about the small-scale spatial distribution of crustacean larval in Western Mediterranean shallow waters. These data widen the knowledge on crustacean distribution, especially decapods, in the Mediterranean Sea, and more specifically at the largest Mallorcan Marine Reserve, Peninsula de Llevant.

The higher number of larval decapods captured is consistent with the spawning period and larval development, which in the western part of the Mediterranean Sea takes place in spring and early summer for most of species. Moreover, the higher proportion of megalopa larval stages among the brachyura group suggests this marine protected area could act as a retention zone. This reflected the neritic distribution of these larval stages, similarly as it was described in the Catalan coast by Fusté (1989) and Olivar (1998). The different types, in relation to the vertical distribution, the higher number of epibenthic crustaceans, including isopods, cumaceans and amphipods captured with light traps explains the highest captures at near-bottom traps. Decapoda larvae were an exception, with highest abundances in mid-water traps as they undergo nictimeral migrations, taking shelter near the bottom by day and entering the water column at a particular time of the night (Tranter *et al.*, 1981).

Moreover, the analysis suggested a horizontal pattern in relation to the distance to coastline in crustaceans but especially in brachyuran megalopa larval stages as bigger abundance were found near the coastline decreasing as we move inwards; of bottom found outside the non-take area and in the eastern stations, which vary from

soft to rocky bottoms and *Posidonia oceanica* meadows, could explain the highest proportion of captures in these areas.

Light traps used in the present study have proved a valuable tool for sampling

mobile phototactic crustaceans, such as cumaceans, isopods or decapods, but not suitable for capturing larval fishes, as cap-

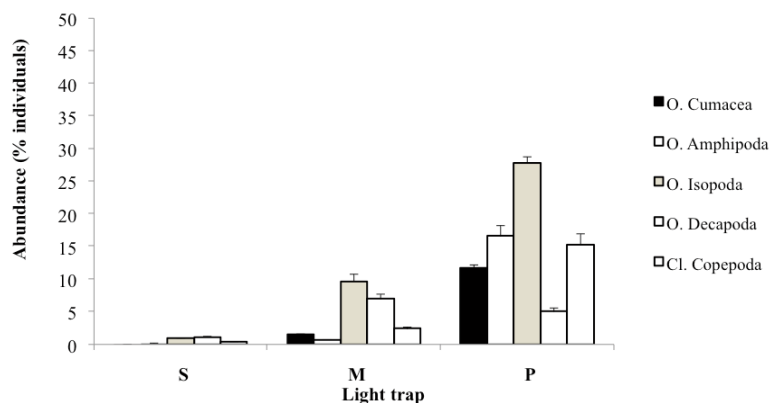


Fig. 4. Relative abundance of the main taxa caught on the water column. Vertical bars represents standard error.

Fig. 4. Abundància relativa dels principals tàxons en la columna d'aigua. Les barres verticals representen l'error estàndard.

captures did not exceed the 0.05% from the total.

This study provides an overview of crustacean larval small-scale distribution, although further studies are needed. It will be interesting in the future to continue study the larval dynamics, in order to improve the management of the marine protected areas.

Acknowledgements

We would like to thank M. Ceglia, T. Box, C. Rodríguez and D. Díaz for their collaboration with sampling and P. Sarriera with sorting. We express our sincere gratitude to the captain and crew of the ship R.V Odón for their cooperation and to the staff member of the marine protected areas

of Cala Rajada and Columbretes Islands. This study was included in project PESCALA, supported by the "Secretaría General del Mar" (SGM).

References

- Abelló, P. and Guerao, G. 1999. Temporal variability in the vertical and mesoscale spatial distribution of crab megalopae (Crustacea: Decapoda) in the Northwestern Mediterranean. *Estuarine, coastal and shelf science*, 49: 129-139.
- Choat, J., Doherty, P., Kerrigan B. and Leis, J. 1993. A comparison of towed nets, purse seine and light-aggregation devices for sampling larvae and pelagic juveniles of coral reef fishes. *Fishery bulletin*, 91(2): 195-209.

- Clarke, K. and Warwick, R. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edition. Plymouth, UK: PRIMER-E, 172pp.
- Deudero S. 2002. Unexpected large numbers of *Mullus surmuletus* juveniles in open waters of the Mediterranean sampled with light attraction devices. *Journal of Fish Biology*, 61(6): 1639-1642.
- Doherty, P. 1987. Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes. *Bulletin of marine science*, 41(2): 423-431.
- Dos Santos, A. and González- Gordillo, J.I. 2004. Illustrated keys for the identification of the Pleocyemata (Crustacea: Decapoda) zoeal stages, from the coastal region of south-western Europa. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 84: 203-227.
- Fernández de Puellas, M.L., Grás, D. and Hernández-León, S. 2003. Annual cycle of zooplankton biomass, abundance and species composition in the neritic area of the Balearic Sea, West Mediterranean. *Marine Ecology*, 24(2): 123-139.
- Fernández de Puellas, M.L., Valencia, J., Jansá, J. and Morillas, A. 2004. Hydrographical characteristics and zooplankton distribution in the Mallorca channel (Western Mediterranean): spring 2001. *Journal of Marine Science*, 61: 654-666.
- Forward, R. 1990. Behavioural responses of crustacean larvae to rates of temperature change. *Biological bulletin*, 178: 195-204.
- Fusté, X. 1989. Distribution of decapod crustacean larvae in the bays of the Ebro Delta. *Scientia marina*, 53(4): 763-770.
- González- Gordillo, J. and Rodríguez, A. 2003. Comparative seasonal and spatial distribution of decapods larvae assemblages in three coastal zones off the south-western Iberian Peninsula. *Acta Oecologica*, 24: 219-233.
- Granek, E.F. and Fraser, K. 2007. The impacts of red mangrove (*Rhizophora* mangles) deforestation on zooplankton communities in Bocas del Toro, Panama. *Bulletin of marine science*, 80(3): 905-914.
- Hays, G. 2003. A review of the adaptive significance and ecosystem consequences of zooplankton migration. *Hydrobiologia*, 503: 163-170.
- Hovda, J.L. and Fosshagen, A. 2003. Hyperbenthic calanoids and *Thespesiopsyllus paradoxus* (Sars) collected with a light trap in western Norway. *Sarsia*, 88: 89-94.
- Ingle, R. 1992. *Larval stages of northeastern atlantic crabs. An illustrated key*. Natural History Museum Publications. 384pp.
- Ladeira, J.M., Lozano- Soldevilla, F., Hernández- León, S. and Burton, E.D. 2009. Spatial variability of planktonic invertebrate larvae in the Canary Islands area. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 90: 1217-1225.
- Meekan, M., Wilson SG., Halford, A. and Retzel, A. 2001. A comparison of catches of fishes and invertebrates by two light trap design, in tropical NW Australia. *Marine biology*, 139: 373-381.
- Olivar, M., Sabates, A., Abelló, P. and Garcia, M. 1998. Transitory hydrographic structures and distribution of fish larvae and neustonic crustaceans in the NW Mediterranean. *Oceanologica acta*, 21(1): 95-104.
- Palumbi, S. 2003. Population genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserve. *Ecological applications*, 13(1): 146-158.
- Shanks, A., Grantham, B. and Carr, M. 2003. Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecological applications*, 13(1): 159-169.
- Tranter, D., Bulleid, N., Campbell, R., Higgins, H., Rowe, F., Tranter, A. and Smith, D. 1981. Nocturnal movements of Phototactic Zooplankton in Shallow waters. *Marine Biology*, 61: 317-326.
- Zaret, T. and Suffern, J. 1976. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanisms. *Limnology and oceanography*, 21(6): 804- 813.



***In memoriam* Joan Josep Pericàs i Mestre (1960-2010)**



Diu la saviesa que un és jove quan té al cap més projectes que records. Bàsicament per ser fidel seguidor d'aquest pensament i, circumstancialment, per tenir sols una cinquantena d'anys, en Joan Pericàs va morir jove, massa jove. Vaig conèixer en Joan quan coincidírem fent el primer curs de Biologia a la Universitat de les Illes Balears, al 1979. La seva fesonomia va ser aviat ben conspícua als diferents llocs del campus; unes ulleres rectangulars de pasta, un variat repertori de bigots, barbes, i alguns afaitats a consciència, així com una caçadora de colors blancs i blaus que trencava l'aleshores esmorteït color de les parets de les aules. Però la millor manera de reconèixer en Joan era al bar de la facultat, quan la seva figura quedava difuminada pel fum que sortia d'una tassa ben calenta d'un cafè amb llet i pel dels cigarros que anava fumant un rere l'altre. Aquells maleïts cigarros.

Aviat iniciàrem la nostra amistat, que es trobava cimentada per la nostra desmesurada estimació vers les plantes. En aquella època focalitzava la seva vocació vers el món de les algues, primerament els macròfits marins. La figura d'en Josep A. Aguiló, botànic de vocació que es trobava un curs més endavant que nosaltres i que es trobava esperonejat per l'estudi de la flora en general, i de les algues en particular, va ser crucial per aquella etapa primerenca d'en Joan. Ell i en Joan començaren a fer passejades pel litoral del Coll d'en Rabassa, la barriada natal d'en Joan, cercant els primers exemplars d'algues i ben aviat triaren el gènere *Cystoseira* per a aprofundir en el seu estudi. Demanaren i obtingueren al 1982 una beca de recerca de l'Institut d'Estudis Balearics per iniciar la revisió del gènere a les Illes Balears. Esperonejats per aquest ajut establiren vincles amb les botàniques de la Universitat de Barcelona M.A. Ribera i A. Gómez, aleshores ben capficades en l'estudi de la flora algològica marina de les Balears, de qui reberen consells, ajuts en les identifications i l'accés a una vasta col·lecció d'articles i manuals ficològics.

Ben aviat en Joan partí cap a Formentera, per fer una prospecció a fons de *Cystoseira*, i jo em vaig oferir a acompanyar-lo a fi de poder fer recol·leccions briològiques a una illa llavors gens explorada. La seva figura estilitzada, negre pel color del neoprè que duia, sobre les tenasses quaternàries del litoral formenterenc es veia des de la llunyania quan ens havíem separat per trespasar indrets diferents de l'illa. Foren uns dies excepcionals. Als vespres, intercanviàvem informació sobre els progressos i les novetats que anàvem trobant, assedegats d'omplir el buit de coneixement existent i que la natura, generosa, ens oferia a cada pas. En qualche moment sortí a la conversa la qüestió de per què no treballàvem plegats en alguns grups de plantes vasculars. Dit i fet.

Ens engrescàrem en l'estudi de *Cymbalaria*, *Micromeria* i *Digitalis* de Balears. Després vengueren els pteridòfits, mentre ell feia un cluc d'ull als caròfits. Mai ningú ha tengut com ell una visió tan àmplia sobre la diversitat vegetal terrestre i aquàtica de la flora balear. Treballar al seu costat em va permetre esmenar una incorrecta percepció que aleshores tenia jo d'ell: en Joan no era un bon botànic, era un molt bon botànic. Afegia a una excel·lent capacitat d'observació una paciència extraordinària i era un mestre a l'hora de fer il·lustracions científiques. Trespasàrem amunt i avall els mesos estiuencs cercant les didaleres per pujols i muntanyes, deixant renecs i suors a parts iguals fins a trobar les plantes. Una vegada acabada la jornada, sempre deshidratats i sovint amb la cara vermella i el clotell a joc, seguíem un ritual que ens va acompanyar des d'aquella juvenesa fins a poc abans de, obligat per la malaltia, deixar d'anar als llocs feixucs del camp. Cercàvem un bar i comentàvem les observacions fetes al llarg del dia, i com planificaríem les activitats dels dies següents. Al nostre costat, sempre en aquells moments es trobaven unes generoses cerveses, un cafè amb llet, i el fum dels cigarros que anava fumant un rere l'altre. Aquells maleïts cigarros.

El talent d'en Joan no va passar desapercbut dins la comunitat universitària durant els seus estudis. Malauradament, els mediocres, que haguessin pogut donar-li el suport necessari per impulsar la seva vocació, l'ignoraren. Com diu el saber popular com més alt vola un ocell, més petit els sembla a aquells que no saben volar. D'altres, encisats pel seu potencial científic, li oferiren coses que mai devien haver ofert: una beca per fer el doctorat a un altre departament a canvi de tenir el títol de llicenciatura en uns mesos. En Joan, com sempre, complí. Va deixar de bussejar i passejar la seva figura estilitzada i negre per davant la central tèrmica des Coll d'en Rabassa, d'on estudiava els afloraments d'algues

termòfiles, i que volia que conduïssin a la realització de la seva tesi de llicenciatura. Es va tancar a casa i a la biblioteca de la facultat durant mesos per preparar l'examen de grau en biologia, aleshores alternativa a la tesi de llicenciatura. I el va aprovar. Però la beca mai va arribar, i li donaren excuses de mal pagador. Això va ser un cop anímic molt fort per en Joan.

Pressionat per trobar feina, en Joan va deixar l'activitat científica, la universitat i, el pitjor, moltes il·lusions, per començar una nova etapa professional en diferents vessants. Finalment, al 1987 va entrar dins el món del periodisme i va demostrar que era un geni, amb plantes o sense elles. Va arribar a ser subdirector del diari *Balears* i adjunt a la direcció i cap d'Opinió a l'edició regional de *El Mundo*. Va tenir un paper destacat en investigacions periodístiques i va destapar suculents escàndols universitaris i polítics, que donaren lloc als canvis de més alt nivell en la direcció de la Universitat de les Illes Balears en els anys 90, i en la gestió de Sa Dragonera. Va estar prop de tota la immundícia pública de Balears, que era molta, i de la que sovint em feia cinc cèntims al llarg de les nostres excursions, però mai es va embrutar. Fins que un dia va dir prou, cansat de veure que el poal de fems vessava també en el seu lloc de treball. Era un periodista de prestigi, brillant i de vàlua reconeguda, i per això li oferiren treballar en el departament de Comunicació de la Universitat de les Illes Balears, on va reprendre el contacte amb el món científic universitari.

Havíem estat sense comunicació més de 25 anys. Però un dia es va posar en contacte per parlar, però sense dir per a què. En el dinar em va dir que em donaria una sorpresa i ho va fer quan va fer-me saber que feia uns anys havia reprès la passió, silenciada però mai perduda, per la botànica. Aquesta vegada, em deia, havia començat a fer *algunes coses* en briòfits i volia saber si li podia *donar una mà*. Què coneixes, Joan? La seva resposta em va sorprendre i vaig constatar com pot canviar la percepció que es té de la gent amb el pas del temps. En Joan era una persona fiable i ara, tants anys després, jo tenia la sensació de que feia cadufs. *Algunes coses? Donar una mà?* Però com podia atrevir-se a dir això, quan el que calia ser il·lustrat en briologia no era ell sinó jo? Autodidacta com sempre havia estat, havia adquirit uns coneixements en pocs anys que el feien ser el briòleg més ben preparat que mai ha treballat a Balears.

Reprenguérem de nou l'amistat, els anys perduts, i recordàrem els caminols dels pujols i muntanyes, deixant de nou renecs i suors fins a retrobar les poques moltes i hepàtiques que ell no coneixia i de les quals jo encara guardava record. Aquesta vegada la figura estilitzada estava al meu costat i no quedava rastre del sempitern neoprè. Foren uns dies excepcionals.

Ben aviat passàrem dels records als projectes. I, assedegats de nou de coneixements, conversàvem i conversàvem. En qualque moment sortí a la conversa el per què ell no feia la tesi doctoral en briologia. Dit i fet? No. Aquesta vegada posava condicions irrenunciables. Volia que fos jo el seu director. Li vaig dir honestament que seria la pitjor decisió que mai podria prendre. Però després de parlar una estona em vaig adonar que, en aquell moment, no ens trobàvem realment al peu del Puig Tomir, amb un bater de sol, a sota d'un coster immens encara per pujar i a la recerca del *Rhytidiadelphus triquetrus*, que ell volia conèixer. De fet ens sentíem de nou transportats als flaires i sensacions de Formentera, intactes 25 anys després. Dit i fet.

La briologia va entrar de nou en la meua vida, i en la dels companys Àngel Ginés i Pere Fraga. Amb ells compartí en Joan la seva darrera etapa científica, trescant per basses,

baixant avencs i arrossegant el cos per les dolines amb un comptafils, planificant flores i escrivint articles.

Les seves troballes foren espectaculars. Les novetats briològiques per l'illa de Mallorca han estat 35 espècies (un 12,2% del total de la flora de l'illa), i 11 espècies no eren prèviament conegudes de Menorca (6,9% del total de la flora de l'illa). Aquestes novetats han suposat un increment de 35 noves espècies per a la flora briològica de Balears, enriquint-la en un 11,05% respecte a l'anterior catàleg (2008). D'altre banda la seva feina de camp ha suposat que s'hagin donat noves localitats per a 46 espècies (19 per Mallorca o



Detall dels participants als Primeros Coloquios Pteridológicos Ibéricos, realitzats a la Facultat de Farmàcia de la Universitat Complutense de Madrid al 1984. Joan Pericàs (dret a l'esquerra), acompanyat de Pilar Catalán, Iñaki Aizpuru, Josep A. Rosselló, José Ormonde, Emilia Pangua, Luís Villar, Carmen Prada i Jorge Paiva, entre d'altres.

un 6,62%, i 27 per Menorca o un 16,98% de les respectives flores insulars) de les que sols es tenia constància la seva presència a una única població. I sols havia començat a fer *algunes coses* en briòfits, en el seu temps lliure i sense cap ajut institucional. L'únic que desitjava era tenir més temps per anar al camp. La ceguera burocràtica de la Universitat de les Illes Balears, específicament amb noms i cognoms d'alt nivell, no ho permeteren. Però aquesta vegada no va constituir cap decepció per en Joan. Parlàvem i parlàvem del futur, mentre la vida s'encarregava de fer altres plans.

I aquests arribaren quan en Joan no tingué forces per pujar dalt de l'avenc de s'Espinal, després de fer una exhaustiva recol·lecció al fons sota una pluja de valent, mentre n'Àngel

Ginés i jo estàvem a la boca de l'avenc. Poques setmanes després em va comunicar que els seus pitjors temors s'havien fet realitat. Un carcinoma de pulmó l'obligava a trastocar tots els nostres plans i el seu postgrau. El seu tarannà ('*Hem de prendre les coses com vénen i plantar cara. No hi ha més collons*', em deia en un correu electrònic) el va conservar fins als seus darrers moments. Lluità de valent, però determinant moltes a casa seva. Tornàrem al camp, amb gaiato quan el mal a les articulacions de les cames no el deixava, i quan tornava a recuperar forces, a baixar avencs a la recerca de les estimades moltes. Fins que el dia 24 de desembre en Joan va deixar per a sempre el record d'aquella figura estilitzada, negre pel color del neoprè que duia.

En Joan va ser un home culte, un gran naturalista i un excel·lent botànic. La seva exquisida sensibilitat el va permetre endinsar-se dins el món de la poesia i al 2002 va publicar el seu primer recull de poemes, *Puu*, que recull escrits entre 1995 i 2001.

Però aquesta sensibilitat va fer que en Joan fos, per damunt de tot, millor persona. Va pagar amb el senyoriu de la indiferència els lletjos i les bufonades d'aquells que en el món universitari, en lloc de donar-li la mà, li oferiren l'esquena, o li mostraren el menyspreu superb endèmic dels ignorants i incompetents. Mesquins. Tothom els coneix; tothom sap on s'amaguen. Però val més deixar-los tovar sota una capa d'oblit tal i com romandrà la seva esquifida obra científica.

Les troballes botàniques d'en Joan han estat inestimables, si bé mai s'igualaran amb les millors troballes que va fer a la seva vida: n'Antònia, la seva dona, i n'Abril i en Ferran, els seus dos fills. Però, més que testimonis botànics, en Joan ens ha deixat el més valuós als que el coneguèrem, l'estimàrem i tinguèrem el privilegi de treballar al seu costat. Una cosa encara més maca que haver gaudit de la seva presència: el seu record.

Josep A. Rosselló

Jardí Botànic, Universitat de València / Fundació Carl Faust, Blanes

Publicacions

- CARDONA M.A., J.A. ROSSELLÓ & J. PERICÀS (1988). *Anthyllis hystrix* (Willk. ex Barc.) Card., Cont. & Sierra (*Fabaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 64-65. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A. ROSSELLÓ & J. PERICÀS (1988). *Aristolochia bianorii* Sennen & Pau (*Aristolochiaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 100-101. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A. ROSSELLÓ & J. PERICÀS (1988). *Brassica balearica* Pers. (*Brassicaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 128-129. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A. ROSSELLÓ, J. PERICÀS & N. TORRES (1988). *Bupleurum barceloi* Cosson ex Willk. (*Apiaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies

- vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 130-131. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Euphorbia fontqueriana* W. Greuter (*Euphorbiaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 250-251. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Globularia cambessedesii* Willk. (*Globulariaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 294-295. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Helichrysum ambiguum* (Pers.) C. Presl. (*Asteraceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 306-307. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Pimpinella bicknellii* Briq. (*Apiaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 476-477. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Scutellaria balearica* Barc. (*Lamiaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 538-539. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Silene mollissima* (L.) Pers. (*Caryophyllaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 580-581. Icona, Série Técnica. Madrid.
- CARDONA M.A., J.A ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1988). *Viola jaubertiana* Marés & Vigineix (*Violaceae*). In: GÓMEZ-CAMPO C (edit.) Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares, pp. 644-645. Icona, Série Técnica. Madrid.
- LLORENS L., **J. PERICÀS** & J.A. ROSSELLÓ (1985). La flora i vegetació de les Pitiüses. *Est. Bal.* 16: 65-85.
- MARTÍNEZ-TABERNER A., G. MOYÀ, V. FORTEZA, J. RITA & **J. PERICÀS** (1995). La vegetació aquàtica submergida de S'Albufera de Mallorca In: A. MARTÍNEZ-TABERNER & J. MAYOL (eds.), *S'Albufera de Mallorca. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears* 4: 97-111. Palma de Mallorca.
- MARTÍNEZ-TABERNER A. & **J. PERICÀS** (1990). Notes florístiques: Les Characeae de l'Albufera de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 32: 145-150.
- PERICÀS J.** (1984). De flora marina balearica I. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 28: 139-146.
- PERICÀS J.** (2008). New bryophyte records from the Balearic Islands. *Cryptogamie, Bryol.* 29: 99-102.
- PERICÀS J.** & A. MARTÍNEZ-TABERNER (1983). *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) J. Groves i *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz., dues carofícies noves per a la flora de les Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 27: 209-212.
- PERICÀS J.**, P. FRAGA, J. MASCARÓ & J.A. ROSSELLÓ (2010). Les briòfites a les basses

- temporals de Menorca. In: P. FRAGA, I. ESTAUN & E. CARDONA (eds.), *Basses temporals mediterrànies. LIFE BASSES: gestió i conservació a Menorca*, pp. 169-196. Consell Insular de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- PERICÀS J.**, A. GINÉS & J.A. ROSSELLÓ (2009). New bryophyte records for Majorca (Balearic Islands). *Flora Montiberica* 43: 87-91.
- PERICÀS J.** & J.A. ROSSELLÓ (1983). Sobre la falsa presència de *Cymbalaria hepaticifolia* (Poiret) Wettst. a Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 27: 195-199.
- PERICÀS J.** & J.A. ROSSELLÓ (2009). New and interesting records to the bryophyte flora of the Balearic Islands. *Cryptogamie, Bryol.* 30: 501-505.
- PERICÀS J.** & J.A. ROSSELLÓ (2010). New bryophyte records for Majorca (Balearic Islands), II. *Flora Montiberica* 45: 87-88.
- PERICÀS J.**, J.A. ROSSELLÓ & M. MUS (1987). De flora balearica adnotationes (1-5). *Candollea* 42: 393-398.
- ROSELLÓ J.A., **J. PERICÀS**, G. ALOMAR & N. TORRES (1986). Notas pteridológicas. 6. Atlas pteridológico de las islas Baleares. *Acta Bot. Malacitana* 11: 294-302.
- SALVO A.E., M. HIDALGO, J.A. ROSSELLÓ & **J. PERICÀS** (1987). Estudio biosistemático del género *Polystichum* Roth. (*Aspidiaceae*, *Pteridophyta*) en la Península Ibérica. *Bol. Soc. Brot., sér. 2.*, 59: 113-165.

Normes de publicació del Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Editat per: Guillem X. Pons

Dades de contacte: publicacions@shnb.org

C/ Margarida Xirgu, 16 baixos.

07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain).

ISSN: 0212-260X

Freqüència de publicació: Anual

El *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* publica treballs científics originals sobre Història Natural en sentit ampli, posant especial èmfasi en la regió de la Mediterrània occidental.

Es recomana als autors la lectura del darrer número del Bolletí per a una orientació general sobre l'estil i presentació formal. De qualsevol manera, els treballs estaran estructurats en apartats i s'ajustin a les següents normes:

Normes generals

Tot manuscrit es presentarà en forma d'un únic arxiu de text que contindrà, per ordre:

- Pàgina inicial, que inclourà: Títol, Títol abreujat, Autor/s i Adscripció de l'autor/s.
- Pàgina de resums, que: Resum en la llengua de redacció del treball, Resum en català, Resum en anglès. Cada resum anirà acompanyat de les Paraules clau.
- Manuscrit, iniciant-se en una nova pàgina, i que inclourà de forma contínua els següents apartats: Introducció, Material i Mètodes, Resultats, Discussió (que pot anar juntament amb els resultats en un únic apartat), Agraïments, Referències citades.
- Peus de les figures, començant a una nova pàgina i tots seguits. Es redactaran en la llengua usada en el manuscrit i seguidament en anglès.
- Taules, cadascuna precedida del Peu de taula corresponent, incloent una taula per pàgina. Els peus es redactaran en la llengua usada en el manuscrit i seguidament en anglès.
- En cas d'haver-hi apèndixs o material adjunt, anirà al final de l'arxiu i començaran cadascun a pàgines distintes.

S'inclourà el número de pàgina a tot el manuscrit, al marge superior dret. En cap cas s'inclouran figures a l'arxiu de text. Les figures es presentaran en arxius individuals anomenats com "Fig_1", "Fig_2", etc.

Per les taules, figures, dimensions del treball, etc., tingui's en compte que la caixa del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* és de 18 x 12,5 cm.

Normes específiques

Cadascun dels manuscrits (i arxius de text adjunts) es presentarà en format digital no protegit, en Microsoft Word [.doc] o qualsevol altre editor de text compatible. També es podrà presentar en format de text enriquit [.rtf].

Els manuscrits i el material adjunt es poden remetre:

- Per correu electrònic, a l'adreça publicacions@shnb.org. Des d'aquesta adreça s'enviarà una confirmació de la recepció del manuscrit.
- Gravat a un CD o DVD i enviat per correu regular a la SHNB: Carrer Margarida Xirgu, 16 baixos. 07011-Palma de Mallorca. Illes Balears. Espanya.
- En paper, enviant-ho a l'adreça postal anterior. Es presentarà, per cada un dels manuscrits, un original i dues còpies, en fulles DIN A4, mecanografiades per una sola cara, a doble espai i amb un màxim de 70 caràcters per línia i 30 línies per pàgina.

La tipografia a utilitzar en el text ha d'esser la següent:

- Interlineat simple, justificat a l'esquerra i amb un marge mínim de 2,5 cm a tots els costats. Paginació contínua sense cap tipus d'edició.
- Text general: rodones, font Times New Roman, mida de font 10 punts.
- Espècies i gèneres: *cursiva*.
- Resums i paraules clau: mida de font 9. Les paraules clau en *cursiva* (espècies i gèneres en rodones).
- Apartats: minúscules (tipus oració) i **negretes**, mida de font 11 punts, separats una línia del text. Únicament seran, i en aquest ordre: Introducció, Material i Mètodes, Resultats, Discussió (ò Resultats i Discussió), Agraïments, Referències citades i Apèndix.
- Subapartats (reduïts al mínim imprescindible): els primers en minúscules (tipus oració) i **negretes**, mida de font 10. Els segons en minúscules (tipus oració) i *cursiva*, mida de font 10. En tots els casos el text començarà a la línia següent al títol del subapartat.

El text pot estar redactat en qualsevol llengua moderna.

- Es recomana la no utilització de termes polítics (vgr. Espanya, Països Catalans), en favor dels geogràfics (vgr. Península Ibèrica, Mediterrània occidental).

Els tàxons o sintàxons han d'anar acompanyats dels autors de la descripció o combinació la primera vegada que es citen al text.

Els llatinismes i anglicismes aniran sempre en *cursiva*, incloent les abreviatures (p.e. *et al.*, *foredune*, *in situ*).

A la pàgina inicial de cada manuscrit, en paràgrafs separats i per aquest ordre, ha de constar:

- Títol (mida de font 14 punts, **negreta**).
- Títol abreujat, que l'editorial del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* col·locarà a l'encapçalament de les pàgines del treball (mida de font 10 punts).
- Nom complet de l'autor/s, seguit del primer cognom en MAJÚSCULES (mida de font 12 punts), en l'ordre en que signen el treball. Si l'autor així ho desitja, pot incloure també el segon cognom unint-lo al primer mitjançant un guió. No s'utilitzaran superíndexs.
- Nom complet i adreça postal de cadascun dels autors (mida de font 9 punts), separats per un punt i seguit. S'ha d'indicar quin és l'autor de correspondència, incloent necessàriament una adreça de correu electrònic del mateix.

A la pàgina de resums, i per aquest ordre, el resum en la llengua de treball, en català (si escau) i en anglès (si escau), (mida de font 9 punts, sense posar el títol d'aquests apartats). El/s resum/s en llengua diferent a la del treball contindran el títol del treball en MAJÚSCULES a la primera oració, iniciant-se el resum després d'un punt i seguit. Cap dels resums superarà les 250 paraules. No inclourà punts i apart. S'evitarà utilitzar referències. Els resums han de ser clars, concisos i han d'especificar l'interès del treball per a la comunitat científica, així com les principals conclusions assolides.

- Seguirà a tots els resums un paràgraf iniciat per "**Paraules clau:**", seguit de 3 a 9 paraules clau en *cursiva*, separades per punt i coma (;) i que reflectiran el contingut del treball.

En l'apartat de Material i Mètodes s'inclourà, el *software* i instruments específics utilitzats: nom/model, marca, ciutat i país.

Nomenclatura i unitats: sempre les del Sistema Internacional (<http://www.bipm.org/en/si>), i utilitzant les normes per abreviatures i símbols de la IUPAC-IUBMB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (<http://www.iupac.org>).

Referències dins el text: s'ordenaran per ordre cronològic, de la més antiga a la més moderna. Les cites amb un o dos autors (o les de més autors amb el mateix primer autor) que coincideixin en l'any es diferenciaran afegint lletres minúscules a l'any (a, b, c...) sense espai.

Les cites es realitzaran de la forma habitual: "...establerta per Bourrouilh (1973)"; "...segons Colom (1978a)..."; "...són components habituals d'aquesta fauna (Adrover *et al.*, 1977)."; "S'han proposat nous models d'especiació (Dieckmann i Dobeli, 1999; Gavrillets i Vose, 2007),...".

Les referències citades al treball s'inclouran a l'apartat de Referències citades. Comprovi's que totes les cites que apareixen al text es troben a aquest apartat i a la inversa. Les referències es llistaran alfabèticament per cognom del primer autor. En cas de coincidència s'ordenaran per any (primer el més antic). Tingui's en compte el punt anterior si segueix la coincidència. El format de les referències al llistat serà segons:

- Articles en revistes: Vericad, M., Stafforini, M. i Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 145-151.
- Llibres i altres publicacions no periòdiques: Brown, J.H. i Lomolino, M.V. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. 692 pp.
- Treballs de contribució a jornades o llibres amb editor: Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. i Estaún, I. 2004b. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- Obres completes: Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Treballs inèdits o tesis doctorals: Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesis Doctoral, 2 vols. Universitat de les Illes Balears. Inèdita.
- Referència revista digital: Mayol, J., Oliver, J., Ramos, I., Fortesa, V. i Muntaner, J. (eds.). 2006. *CiberEspècies. Bolletí electrònic del Servei de Protecció d'Espècies*, 17. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. <http://dgcapea.caib.es/index.ca.htm>
- Referència web: Google maps. 2009. <http://maps.google.es>

L'extensió màxima de l'article serà de 20 pàgines. La Junta de Publicacions se reserva la possibilitat excepcional de publicar articles més extensos.

Les taules aniran precedides del seu peu de pàgina. No s'utilitzaran superíndexs.

Les il·lustracions han d'estar citades al text, han de ser necessàries per la correcta interpretació dels resultats del treball, incloent-ne el mínim possible. No han de ser redundants.

- Al text, les figures (mapes, gràfiques, làmines, fotografies,...) han de numerar-se correlativament mitjançant Fig. 1, Fig. 2,... En cas de figures que incloguin vàries parts, s'anomenaran A, B, C, D,... quedant reflectit què és cadascuna al peu de figura, i essent citades totes les parts al text (Fig. 1A, Fig. 1B,...; ò Fig. 1A,B, Fig. 1B,D; ò Fig. 1A-D,...). Per a les taules (taules, quadres, llistes...), Taula 1, Taula 2,...
- La seva mida ha d'ajustar-se a la caixa del Bolletí (18 x 12,5 cm) o preveure (especialment per als retolats interiors) la possibilitat d'ampliacions o reduccions. La publicació d'il·lustracions de format no ajustable a la caixa del Bolletí anirà a càrrec dels autors, així com les figures en color.
- Les il·lustracions es presentaran preferentment en format digital [.tiff] de resolució 300 ppp, i separades del text general. S'acceptarà format [.jpg] d'alta resolució si la qualitat d'impressió és similar a la anteriorment esmentada.

- En cas de gràfiques o figures creades amb software que no permeti exportació directa a format [.tiff] (p.e. Microsoft Excel), s'enviarà en el format típic de dit software (p.e. format [.xls]), mai incrustada al manuscrit.
- Els peus de figura es presentaran de forma consecutiva i inclosos en l'arxiu de text. Estaran redactats en la llengua del treball i en anglès (aquest darrer en *cursiva*).
- En el text general es pot d'indicar la situació en la que, segons els autors, s'hauria d'intercalar cada taula o figura.

Cada treball es remetrà, per al seu arbitratge, a dos especialistes en la matèria corresponent, que assessoraran la Junta de Publicacions. La decisió final de la publicació d'un article és responsabilitat exclusiva de la Junta de Publicacions.

Els treballs es publicaran segons rigorós ordre d'acceptació.

L'autor de correspondència que s'hagi indicat rebrà:

- Per correu electrònic, la confirmació de la recepció del manuscrit per part de l'editorial del Bolletí.
- Una prova d'impremta per a la correcció d'errates i, després de la publicació de l'article.

Els originals de cada article quedaran en propietat de la Societat d'Història Natural de les Balears.

L'acceptació de les anteriors normes i de les indicacions de la Junta de Publicacions és imprescindible per la publicació en el *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*.

Normas de publicación del Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Editado por: Guillem X. Pons

Contacto: publicacions@shnb.org

C/ Margarida Xirgu, 16 baixos.

07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain).

ISSN: 0212-260X

Frecuencia: Anual

El *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* publica trabajos científicos originales sobre Historia Natural en sentido amplio, con especial énfasis en la región del Mediterráneo occidental.

Se recomienda a los autores la lectura del último número del *Bolletí* para una orientación general sobre el estilo y presentación formal. De cualquier forma, los trabajos estarán estructurados en apartados y se ajustarán a las siguientes normas:

Normas generales

Todo manuscrito se presentará en forma de un único archivo de texto que contendrá, por orden:

- Página inicial, que incluirá: Título, Título abreviado, Autor/es y Adscripción del autor/es.
- Página de resúmenes, que incluirá: Resumen en la lengua de redacción del trabajo, Resumen en catalán, Resumen en inglés. Cada resumen irá acompañado de las Palabras clave.
- Manuscrito, iniciándose en una nueva página, y que incluirá de forma continua los siguientes apartados: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión (que puede juntarse con los resultados en un único apartado), Agradecimientos, Referencias citadas.
- Pies de las figures, iniciándose en una nueva página y todos seguidos. Se redactarán en la lengua usada en el manuscrito y seguidamente en inglés.

- Tablas, cada cual precedida del Pie de tabla correspondiente, incluyendo una tabla por página. Los pies se redactarán en la lengua usada en el manuscrito i seguidamente en inglés.
- En caso de incluir apéndices o material adjunto, este irá al final del archivo y cada uno empezará en una página distinta.

Se incluirá el número de página en todo el manuscrito, en el margen superior derecho. En ningún caso se incluirán figuras en el archivo de texto. Las figuras se presentarán en archivos individuales nombrados “Fig_1”, “Fig_2”, etc.

Para las tablas, figuras, dimensiones del trabajo, etc., téngase en cuenta que la caja del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* es de 18 x 12,5 cm.

Normas específicas

Cada manuscrito (y archivos de texto adjuntos) se presentará en formato digital no protegido, en Microsoft Word [.doc] o cualquier otro editor de texto compatible. También se podrá presentar en formato de texto enriquecido [.rtf].

El manuscrito y material adjunto puede remitirse:

- Por correo electrónico, a la dirección publicacions@shnb.org. Desde esta dirección se enviará una confirmación de la recepción del manuscrito.
- Grabado en un CD o DVD y enviado por correo regular a la SHNB: Calle Margarida Xirgu, 16 bajos. 07011-Palma de Mallorca. Illes Balears. España.
- En papel, enviado a la dirección postal anterior. Se presentará, para cada uno de los manuscritos, un original y dos copias, en hojas DIN A4, mecanografiadas por una sola cara, a doble espacio y con un máximo de 70 caracteres por línea y 30 líneas por página.

La tipografía utilizada en el texto debe ser la siguiente:

- Interlineado simple, justificado la izquierda y con un margen mínimo de 2,5 cm en todos los lados. Paginación continua sin ningún tipo de edición.
- Texto general: redondas, fuente Times New Roman, tamaño de fuente 10 puntos.
- Especies y géneros: *cursiva*.
- Resúmenes y palabras clave: tamaño de fuente 9 puntos. Palabras clave en *cursiva* (especies y géneros redondas).
- Apartados: minúsculas (tipo oración) y **negrita**, tamaño de fuente 11 puntos, separados una línea del texto. Únicamente serán, y en este orden: Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión (o Resultados y discusión), Agradecimientos, Referencias citadas y Apéndices.
- Subapartados (reducidos al mínimo imprescindible): los primeros en minúsculas (tipo oración) y **negrita**, tamaño de fuente 10 puntos. Los segundos en minúsculas (tipo oración) y **negrita**, tamaño de fuente 10 puntos. En todos los casos el texto empezará en la línea siguiente al título del subapartado.

El texto puede estar redactado en cualquier lengua moderna.

- Se recomienda la no utilización de términos políticos (vgr. España, Cataluña), en favor de los geográficos (vgr. Península Ibérica, Mediterráneo occidental).

Los táxones o sintáxones deben ir acompañados de los autores de la descripción o combinación la primera vez que se citan en el texto.

Los latinismos y anglicismos irán siempre en *cursiva*, incluyendo abreviaciones (p.e. *et al.*, *foredune*, *in situ*).

En la página inicial de cada manuscrito, en párrafos separados y en este orden, debe constar:

- Título (tamaño de fuente 14 puntos, **negrita**).
- Título abreviado, que la editorial del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* colocará en el encabezado de las páginas del trabajo (tamaño de fuente 10 puntos).
- Nombre completo del autor/es, seguido del primer apellido en MAYÚSCULAS (tamaño de fuente 12 puntos), en el orden en que firmen el trabajo. Si el autor así lo desea, puede incluirse también el segundo apellido uniéndolo al primero mediante un guión. No se utilizarán superíndices.
- Nombre completo y dirección postal de cada uno de los autores (tamaño de fuente 9 puntos), separados por punto y seguido. Debe indicarse un autor de correspondencia, incluyendo necesariamente una dirección de correo electrónico del mismo.

En la página de resúmenes, y por este orden, en resumen en la lengua del trabajo, en catalán (si corresponde) y en inglés (si corresponde), (tamaño de fuente 9 puntos, sin poner el título en estos apartados). El/los resumen/es en lengua diferente a la del trabajo contendrán el título del trabajo en MAYÚSCULAS en la primera oración, iniciándose el resumen después de un punto y seguido. Ninguno de los resúmenes superará las 250 palabras. No incluirá puntos y aparte. Se evitará utilizar referencias. Los resúmenes deben ser claros, concisos y deben especificar el interés del trabajo para la comunidad científica, así como las principales conclusiones obtenidas.

- Seguirá a todos los resúmenes un párrafo iniciado por “**Palabras clave:**“, seguido de 3 a 9 palabras clave en *cursiva*, separadas por punto y coma (;) y que reflejarán el contenido del trabajo.

En el apartado de Material y métodos se incluirá, el *software* e instrumentos específicos utilizados: nombre/modelo, marca, ciudad y país.

Nomenclatura y unidades: siempre las del Sistema Internacional (<http://www.bipm.org/en/si>), y utilizando las normas para abreviaturas y símbolos de la IUPAC-IUBMB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (<http://www.iupac.org>).

Referencias dentro del texto: se ordenarán por orden cronológico, de la más antigua a la más moderna. Las citas con uno o dos autores (o las de más autores con el mismo primer autor) que coincidan en el año se diferenciarán añadiendo letras minúsculas al año (a, b, c...) sin espacio.

Las citas se realizarán de la forma habitual: "...establecida por Bourrouillh (1973)"; "...según Colom (1978a)..."; "...son componentes habituales de esta fauna (Adrover *et al.*, 1977)."; "Se han propuesto nuevos modelos de especiación (Dieckmann y Dobeli, 1999; Gavrillets y Vose, 2007),...".

Las referencias citadas en el trabajo se incluirán en el apartado de Referencias citadas. Compruébese que todas las citas que aparecen en el texto aparecen en este apartado y viceversa. Las referencias se listarán de forma alfabética según apellido del primer autor. En caso de coincidencia se ordenarán por año (primero el más antiguo). Téngase en cuenta el punto anterior si persiste la coincidencia. El formato de las referencias en el listado será según:

- Artículos en revistas: Vericad, M., Stafforini, M. y Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 145-151.
- Libros y otras publicaciones no periódicas: Brown, J.H. y Lomolino, M.V. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. 692 pp.
- Contribuciones a jornadas o libros con editor: Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. y Estaún, I. 2004b. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- Obras completas: Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Trabajos inéditos o tesis doctorales: Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesis Doctoral, 2 vols. Universitat de les Illes Balears. **Inédito**.
- Referencia revista digital: Mayol, J., Oliver, J., Ramos, I., Fortesa, V. y Muntaner, J. (eds.). 2006. *CiberEspècies. Bolletí electrònic del Servei de Protecció d'Espècies*, 17. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. <http://dgcapea.caib.es/index.ca.htm>
- Referencia web: Google maps. 2009. <http://maps.google.es>

La extensión máxima del artículo será de 20 páginas. La Junta de Publicaciones se reserva la posibilidad excepcional de publicar artículos más extensos.

Las tablas irán precedidas de su pie de página. No se utilizarán superíndices.

Las figuras deben estar citadas en el texto y deben ser necesarias para la correcta interpretación de los resultados del trabajo, incluyendo el mínimo posible. No deben ser redundantes.

- En el texto, las figuras (mapas, gráficos, láminas, fotografías,...) deben numerarse correlativamente como Fig. 1, Fig. 2,... En el caso de figuras que incluyan varias partes, se indicarán como A, B, C, D,... quedando indicado que es cada cual en el pie de figura, y estando citadas todas las partes en el texto (Fig. 1A, Fig. 1B,...; o Fig. 1A,B, Fig. 1B,D; o Fig. 1A-D,...). Para las tablas (tablas, cuadros, listas...), Tabla 1, Tabla 2,...

- Sus dimensiones deben ajustarse a la caja del *Bolletí* (18 x 12,5 cm) o prever (especialmente para las incluidas en el texto) la posibilidad de ampliaciones y reducciones. La publicación de figuras de formato no ajustable a la caja del *Bolletí* irá a cargo de los autores, así como las figuras o tablas en color.
- Las figuras se presentarán preferentemente en formato digital [.tiff] de resolución 300 ppp, y separadas del texto general. Se aceptará formato [.jpg] de alta resolución si la calidad de impresión es similar a la anteriormente indicada.
- En el caso de gráficos o figures creadas con software que no permita exportación directa a formato [.tiff] (p.e. Microsoft Excel), se enviarán en el formato típico de dicho software (p.e. formato [.xls]), nunca incrustadas en el manuscrito.
- Los pies de figura se presentarán de forma consecutiva y incluidos en el archivo de texto. Estarán redactados en la lengua del trabajo y en inglés (este último en *cursiva*).
- En el texto general se puede indicar la situación en la que, según los autores, debería intercalarse cada tabla o figura.

Cada trabajo será remitido, para su revisión, a dos especialistas en la materia correspondiente, que asesorarán a la Junta de Publicaciones. La decisión final de la publicación de un artículo es responsabilidad exclusiva de la Junta de Publicaciones.

Los trabajos se publicarán según riguroso orden de aceptación.

El autor de correspondencia indicado recibirá:

- Por correo electrónico, la confirmación de la recepción del manuscrito por parte de la editorial del *Bolletí*.
- Una prueba de imprenta para la corrección de erratas y, después de la publicación del artículo.

Los originales de cada artículo quedarán en propiedad de la Societat d'Història Natural de les Balears.

La aceptación de las anteriores normas y de las indicaciones de la Junta de Publicaciones es imprescindible para la publicación en el *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*.

Author guidelines for the *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Edited by: Guillem X. Pons
Contact: publicacions@shnb.org
C/ Margarida Xirgu, 16 baixos.
07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain).
ISSN: 0212-260X
Frequency: Anual

Statement of scope

The *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* publishes original works on natural history in a broad sense, with special emphasis on the Western Mediterranean region.

Authors are recommended to check on the last issue of the *Bolletí* for style and formal presentation. In any case, it is advisable to break down manuscripts into sections following the instructions below:

Main guidelines

Each manuscript (MS) will be submitted as a single text file containing, in this order:

- First page, including: Title, Running title, Author/s and Author's adscription.
- Abstracts page: Abstract in the MS language, Abstract in Catalan, Abstract in English. Each abstract will be followed by Keywords.
- MS text, starting in a new page, and including in a continuous fashion: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion (which can be combined in a single "Results and discussion" section), Acknowledgements, Reference list.
- Figure legends, in a new page each. They should be written in the MS language followed by its English translation when needed.
- Tables, each one in a single page, followed by its legend, written in the MS language and followed by its English translation when needed.

- If appendices or attached material should to be included, it will appear at the end of the MS, starting each section in a new page.

Page numbers should be included in top right margin for the entire MS. Figures should not be included in the MS file and should be submitted as separate files named as “Fig_1”, “Fig_2”, etc., following the order discussed in the text.

For tables, figures, MS dimensions, etc., notice that the dimensions of the *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* box are 18 x 12,5 cm.

Specific guidelines

Each of the works (MS and attached text files) should be submitted in non-protected digital format, in Microsoft Word [.doc] or any other compatible text editor. Rich text format [.rtf] is also accepted.

MS and attached files should be sent:

- By e-mail, to the address publicacions@shnb.org. Corresponding author will receive confirmation of the submission from this address.
- In a CD o DVD, sent by regular mail to the SHNB: Carrer Margarida Xirgu, 16 baixos. E-07011. Palma de Mallorca. Illes Balears. Spain.
- In paper format, sent to the mail address above. Authors must include the original MS and two copies on DIN A4 sheets, typed on one side, double spaced, and with a maximum of 70 characters per line and 30 lines per page.

Typesetting for the text will be the following:

- Single-spaced, left justified margin in all the MS, leaving 2,5 cm margin on all sides. Continuous pagination without any edition is required.
- General text: roman standard type, font Times New Roman, size 10.
- Species and genera: *italics*.
- Abstracts and keywords: size font 9. Keywords in *italics* (then species and genera in roman standard type).
- Headings: small case (sentence-style) and **bold**, size font 11. Text starts two lines below the heading. Included headings and order must always be: Introduction, Material & methods, Results, Discussion (or Results and discussion), Acknowledgements, Reference list, and Appendix.
- Subheadings (as few as possible): first ones in small case (sentence-style) and **bold**, size font 10. Second ones in small case (sentence-style) and *italics*, size font 10. In all cases, text starts in the line below the subheading.

Text can be written in any modern language.

- Geographical terms (e.g. Iberian Peninsula, Western Mediterranean) are encouraged in preference to political ones such as Spain.

Taxa and sintaxa must be followed by their correspondent authors the first time they appear in the text.

Latin terms, or terms in a language other than the used in the MS, will always be in *italics*, including abbreviations (i.e. *et al.*, *foredune*, *in situ*).

In the first page of each MS, in separate paragraphs and in the following order, authors must include:

- Title (sentence-style, centered, size font 14, **bold**).
- Running title, that the *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* editorial will place in the top of the pages (size font 10).
- Full spelled name(s) of author(s), followed by the surname in CASE (size font 12), in the desired authorship order. If desired, second surnames can be included if added to the first one with a hyphen. No superscript will be used.
- Complete name and postal address of all authors (size font 9), separated by a full end. Corresponding author must be indicated, always including the corresponding e-mail address for contact.

In the abstracts page, and in the following order: abstract in the MS writing letter, abstract in Catalan (if needed) and abstract in English (if needed) (size font 9, without including “Abstract” heading). Abstracts in language different than the MS writing one will include, as the first sentence and in CASE, the title of the MS. Abstract will start after full stop. Any abstract will exceed 250 words. It must be written in a single paragraph. References must be avoided. Abstracts must be clear, concise, and inform about the interest of the presented work for the scientific community, as well as main conclusions obtained.

- All abstracts will be followed by a paragraph starting with “**Keywords:**“, and 3 to 9 keywords in italics, separated by semicolon (;) and reflecting the contents of the work.

Material and methods section will include name/model, brand, city and country of all used software and specific instruments.

Nomenclature and units: always following the International System (<http://www.bipm.org/en/si>), and using rules, abbreviations and symbols of the IUPAC-IUBMB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (<http://www.iupac.org>).

References into the text: in chronological order, from oldest to newest. Citations with one or two authors (or more authors but with the same first author) coinciding in the publication year, will be distinguished adding small case letters (a, b, c,...) without blank.

Citations in the text will follow: “...stablished by Rodríguez-Perea (1990)”;

“...following Margalef (1978a)...”;

“...are common components of this fauna (Adrover *et al.*, 1977).”;

“New models of speciation have been postulated (Dieckmann and Dobeli, 1999; Gavrillets and Vose, 2007),...”.

References cited in the text will be included in the Reference list section. Make sure that all citations in the text appear in the Reference list and inversely. References will be in alphabetic order with respect to first author's surname. In case of references of the same author(s), they will be ordered by publication year (older ones first). Keep in mind the point above if coincidence still persists. Reference format in the listing must follow:

- Original papers: Vericad, M., Stafforini, M. and Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 145-151.
- Books and non-periodical publications: Brown, J.H. and Lomolino, M.V. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. 692 pp.
- Meeting contributions or books with editor: Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. and Estaún, I. 2004b. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- Complete works: Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Unpublished works or PhD thesis: Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesi Doctoral, 2 vols. Universitat de les Illes Balears. **Unpublished**.
- Digital journals and publications: Mayol, J., Oliver, J., Ramos, I., Fortesa, V. and Muntaner, J. (eds.). 2006. *CiberEspècies. Bolletí electrònic del Servei de Protecció d'Espècies*, 17. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. <http://dgcapea.caib.es/index.ca.htm>
- Web references: Google maps. 2009. <http://maps.google.es>

The maximum length of the MS will be 20 pages, although the Editorial Committee can decide to publish eventually longer works.

Each table will be followed by the corresponding footnote. No superscript will be used.

Figures must be cited in the text, must be needed to correctly interpret the results, and must be as few as possible. No repeated data should be presented in tables and figures.

- In the text, figures (maps, plots, laminas, photographs,...) must be correlatively numbered following: Fig. 1, Fig. 2,... In case of including several parts, include A, B, C, D,... with explicit explanation for each one in the footnote or legend. They all must be cited in the text (Fig. 1A, Fig. 1B,...; ò Fig. 1A,B, Fig. 1B,D; ò Fig. 1A-D,...). For tables (tables, boxes, lists...), Table 1, Table 2,...
- Figure dimensions must fit the *Bolletí* (18 x 12,5 cm) or anticipate (specially for figures to be included in the text) the possibility for extension or reduction. Publication of figures not fitting the *Bolletí* dimensions will be paid by the authors, as well as colour printings
- Figures will be submitted in digital format, with [.tiff] format preferred and 300 dpi, and always separated from the text file. High resolution [.jpg] will be accepted if printing quality is similar to the former one.

- In case of figures created in a software not allowing direct export to [.tiff] format (e.g. Microsoft Excel), original software format file including the figure will be sent (e.g., the [.xls] file). It will never be embedded in the MS text file.
- Figure legends will be presented consecutively, and included in the text file. They will be written in the MS language and in English (in *italics*), if needed.
- In the text, authors can indicate the desired position for each of the tables and figures.

For a review, each work will be sent to two specialists that will assess the Editorial Committee. Final decision for a work publication is always responsibility of the Editorial Committee.

Works will be published in strict acceptance order.

Correspondence author will receive:

- By e-mail, la confirmation of the work reception by the Editorial Committee of the *Bolletí*.
- A printproof copy for *erratum* correction and, after publication of the paper.

Original documents will remain as property of the Societat d'Història Natural de les Balears.

Acceptation of all the guidelines above and the indications of the Editorial Committee is essential for publishing in the *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*.

Castilla, A.M., Pons, G.X. y Gosá, A. Seguimiento de una invasión de arañas <i>Argiope</i> en las islas Columbretes <i>Tracking an invasion of Argiope spiders in the Columbretes islands.</i>	123
Mir-Gual, M., Fraga, P., Pons, G.X., Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A. i Bunet. P. Alteracions antròpiques en els boscos de <i>Pinus halepensis</i> Mill. dels sistemes dunars de Mallorca. <i>Human changes in a Pinus halepensis Mill. forests of the Mallorcan coastal dunes</i>	133
Martino, S. i Grau, A.M. Presència de la donzella, <i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758), amb lliurea atlàntica (Osteichthyes: Labridae) a les Illes Balears (Mediterrània occidental). <i>Occurrence of Rainbow Wrasse, Coris julis (Linnaeus, 1758), with atlantic coloration (Osteichthyes: Labridae) in Balearic Islands (western Mediterranean)</i>	153
Vadell, M. y Pons, G.X. Sobre la presencia de <i>Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus</i> (Latzel, 1886) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) en las Islas Baleares. <i>About the presence of Lamyctopristus (Eumyctes) numidicus (Latzel, 1886) (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) on the Balearic Islands (Western Mediterranean)</i>	161
Fornós, J.J., Ginés, J., Merino, A. i Bover, P. El rebliment sedimentari de la Galeria del Tragus a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). <i>The sedimentary infilling of Tragus allery at Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)</i>	179
Tor, A., Deudero, S., Carbonell, A., Goñi, R. and Stobart, B. Coastal meroplanktonic larval stages off peninsula de Llevant natural reserve determined with light traps <i>Determinació dels estadis larvaris del meroplancton costaner de la reserva marina de la península de Llevant amb trapes de llum</i>	193
Altres	
<i>In memoriam</i> Joan Josep Pericàs i Mestre (1960-2010) per Josep A. Rosselló	203
Normes de Publicació del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i>	211
Normas de Publicación del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i>	216
Publication rules of the <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	221

Els articles apareguts en el *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* estan recollits en els següents resums i bases de dades: ICYT, PASCAL, GEOREF, GEOBASE, BIOSIS, ENVIRONMENT ABSTRACTS, ENVIROLINE, GEOLOGICAL ABSTRACTS, ZOOLOGICAL RECORD

ÍNDEX

Editorial

- Pignatti, S.** Records d'un viatge botànic a Mallorca al 1952
Memories of a botanic trip to Mallorca in 1952 9

Articles

- Khan, Z. and Traveset, A.** A methodology for the evaluation of the biodiversity interest present in three terrestrial ecosystems in the Palma beach system
Una metodologia per a l'avaluació de la diversitat biològica d'interès present en tres ecosistemes terrestres en el sistema de Platja de Palma 25
- Mas, G.** Ictiofauna del Pliocè del barranc de sa Talaia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental). Implicacions paleoambientals.
Ichthyofauna from the Pliocene of the sa Talaia ravine (Mallorca, Balearic Islands, Western Mediterranean). Palaeoenvironmental implications 43
- Forner, E. i Castany, J.** Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat (Mediterrània occidental)
Population dynamics of Hetersater oblongus (Equinoidea) of Aptian from Maestrat basin (western mediterranean) 71
- Vadell, M.** Sobre la presència de *Phryssonotus platycephalus* (Lucas, 1846) en el Archipiélago de Cabrera (Diplopoda: Polyxenida: Synxenidae).
About the presence of Phryssonotus platycephalus (Lucas, 1846) in the archipelago of Cabrera (Diplopoda: Polyxenida: Synxenidae) 85
- Mas, G. i Ripoll, J.** Cambres de pupació d'insectes coleòpters del Pliocè-Pleistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Significació paleoambiental i cronoestratigràfica.
Pupation chambers of coleopterans in the Pliocene – lower Pleistocene of Mallorca (Balearic Islands, western Mediterranean). Palaeoenvironmental and chronostratigraphic significance 91
- Mas, G., Obrador, A., Fernández, M. i Quintana, J.** *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) del Tortonà inferior del port de Maó (Menorca, Illes Balears, Mediterrània occidental).
Tomistoma cf. lusitanica (Vianna & Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) from the early Tortonian of the Maó port (Menorca, Balearic Islands, western Mediterranean) 107

(segueix al dors)